

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÓMICA I DEL MEDI NATURAL (ETSIAMN)

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO
RURAL



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

**TRANSFORMACIÓN DE UNA PARCELA AL CULTIVO DE CEREZA DE
PRODUCCIÓN ECOLÓGICA, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
CHERA (VALENCIA)**

Transformation of a plot of land into an organic cherry crop in Chera (Valencia)

TRABAJO FINAL DE GRADO

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

ALUMNO: PABLO GONZÁLEZ PLANELLS

TUTORA: M.^a DOLORES RAIGÓN JIMÉNEZ

VALENCIA, JULIO DE 2020



RESUMEN

El cultivo del cerezo en la Comunitat Valenciana es una alternativa productiva y económica en las Comarcas de interior, como respuesta a otros usos del suelo que han mostrado problemas de adaptación y/o competitividad.

El consumo de alimentos ecológicos está aumentando en España y en la Unión Europea en los últimos años a un ritmo del 6% anual. Esta situación está derivando en que cada vez más para dar salida a la demanda de productos ecológicos, se está incrementando la superficie de cultivo inscrita y certificada en esta categoría, siendo España el primer país de la Unión Europea que lidera la superficie de Agricultura Ecológica.

En el término municipal de Chera, se encuentra una parcela que estaba dedicada al cultivo hortícola tradicional de la zona, esta parcela de aproximadamente 1200 m², fue abandonada en 2012, y en el momento actual se quiere recuperar, para la implantación de cultivos alternativos, como el cerezo, en zonas de interior y bajo criterios de producción sostenible, con la proyección de que los productos resultantes puedan ser competitivos y rentables económicamente.

El principal objetivo del presente trabajo es realizar una transformación en el uso del suelo de la citada parcela y adecuarlo a la producción de cereza, bajo los criterios de la Agricultura Ecológica certificada.

Para ello se realizará un estudio edafoclimático, donde se incluya la parcela objeto del estudio, que permita seleccionar los cultivares de cerezo más adecuados al territorio. Se tendrá en cuenta, los requisitos del Reglamento europeo 848/2018, respecto a la producción ecológica, incorporando los criterios de biodiversidad, en concreto adecuando las lindes de la parcela con setos apropiados a las condiciones mediterráneas, que sean poco exigentes en cuanto a insumos y en el mantenimiento, y que puedan servir de reservorio de fauna auxiliar. Además, se plantea la incorporación de cubiertas vegetales que puedan plantear beneficios sobre las condiciones del suelo y facilitar la incorporación al modelo de producción ecológica.

Para la implantación del cultivo del cerezo, se procederá a realizar las labores previas sobre el suelo, para optimizar todo el proceso de plantación. Ello incluye los pases de subsolador, para facilitar la descompactación, como consecuencia de los años de abandono de la explotación agrícola.

La transformación de la parcela abandonada, al cultivo ecológico de cereza, ha sido posible en tres años y requiere de un seguimiento visual de algunos árboles que han mostrado carencias y del comportamiento de las variedades para asegurar la adaptación y los mejores rendimientos.

Palabras clave: Edafoclimático, análisis de suelo y material vegetal, cubiertas vegetales, setos.

ALUMNO: Pablo González Planells
TUTORA: María Dolores Raigón Jiménez
Valencia, julio de 2020

ABSTRACT

The cultivation of cherry is a productive and economic alternative in the inland regions in Valencia, since some problems of adaptation and/or competitiveness have been shown by the land.

In recent years, organic food intake has increased in Spain and also in the European Union countries with an increment of 6 % per year. The higher demand of organic products is leading to a greater registration and certification in organic cultivation in which Spain has been the first country leading the Organic Agriculture at the European Union.

In Chera, there is a plot that has been dedicated to the traditional horticultural crops of the area until 2012 when it was abandoned, in which the total surface is approximately 1200 m². Nowadays, a solution to recover the use of this plot is the implantation of alternative crops, such as cherry, in inland areas and under sustainable productions criteria to obtain competitive and economically profitable products.

In this sense, the main objective of the present work is to carry out the transformation of the land use of the mentioned plot and make it suitable for the cherry production under Organic Agriculture certified criteria.

For this purpose, both soil and climate study in the plot will be carried out in order to select the most suitable cherry cultivars for the area. The requirements of European Regulation 848/2018 concerning organic production will be also taken into account by applying a criteria from the biodiversity point of view. In particular, adapting the boundaries of the plot with the appropriate hedges to the Mediterranean conditions, being less demanding in terms of inputs and maintenance and resulting in an auxiliary fauna reservoir. In addition, it is also raised to incorporate plant covers to bring benefits on soil conditions and facilitate its incorporation into the organic production model.

For the implementation of the cherry cultivation, previous tasks on the soil will be carried out to optimize the entire planting process. Among them, as result of years of abandonment of the agricultural holding subsurface passes will be necessary to facilitate soil decompression.

The transformation from the abandoned plot to organic cherry cultivation has been possible in three years and requires visual monitoring of some trees that have shown deficiencies and the behavior of the varieties to ensure adaptation and the best yields.

Keywords: Soil and climate analysis, soil and plant material analysis, plant cover, hedges.

STUDENT: Pablo González Planells
PROFESSOR: María Dolores Raigón Jiménez
Valencia, July 2020

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	
1.1.	IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CEREZO	1
1.2.	NORMATIVA Y REGULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN EN ECOLÓGICO	2
1.3.	EL CULTIVO DEL CEREZO. CUESTIONES AGRONÓMICAS Y FISIOLÓGICAS	3
1.3.1.	Variedad y patrón	4
1.3.2.	Necesidades edafoclimáticas	4
1.4.	NECESIDADES NUTRICIONALES E HÍDRICAS	7
1.5.	PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DEL CEREZO	8
1.6.	PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	9
1.6.1.	Plagas del cerezo. Vertebrados e invertebrados	9
1.6.2.	Enfermedades del cerezo. Enfermedades criptogámicas, bacteriosis y virus	11
2	OBJETIVOS	
2	Objetivos	12
3	METODOLOGÍA	
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO FÍSICO	13
3.2.	MÉTODOS ANALÍTICOS PARA SUELOS Y HOJAS	14
3.2.1.	Muestreo y tratamiento de las muestras de suelos y hojas	14
3.2.2.	Determinación de parámetros del suelo	15
3.2.3.	Determinación de parámetros del material vegetal	18
4	RESULTADOS	
4.1.	PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PRÁCTICAS AGRONÓMICAS	20
4.2.	SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL. PATRÓN Y VARIEDADES	22
4.3.	FERTILIDAD DEL SUELO	25
4.4.	EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS FOLIAR	29
4.5.	DISCUSIÓN Y TOMA DE DECISIONES	32
5	CONCLUSIONES	
	Conclusiones	35
6	BIBLIOGRAFÍA	
	Bibliografía	36

Índice de Figuras

Figura 1	Localización de la parcela objeto de estudio en el término municipal de Chera (Valencia)	13
Figura 2	Estado de la parcela en abandono en noviembre de 2017 (arriba izquierda), nivelación del terreno en enero de 2018 (arriba derecha) y realización de caballones para dirección del riego en febrero de 2018 (bajo)	20
Figura 3	Implantación de cubierta vegetal mezcla de gramíneas y leguminosas en mayo de 2018 (izquierda) y seto vegetal perimetral en marzo de 2020 (derecha)	22
Figura 4	Reinjertado de “Frisco” al patrón SL64 por un fallo de brotación. Se dejó crecer y engrosar al patrón un año más (enero 2020)	23
Figura 5	Polinización por abejas	24
Figura 6	Cerezo variedad “Prime Giant” con déficit de nitrógeno y zinc en los brotes jóvenes de las ramas en junio de 2018	30
Figura 7	Primeros frutos de cereza de la variedad “Prime Giant” presentes en la parcela en junio de 2020	32
Figura 8	Malla antihierba en la línea de arbolado, con problemas de deposición de tierra en la superficie del plástico (izquierda) y crecimiento de la cubierta vegetal junto a las especies silvestres en las calles (derecha)	33

Índice de Tablas

Tabla 1	Superficie, producción y rendimiento del cerezo en el año 2018 en los principales países productores del mundo (FAOSTAT, 2020)	1
Tabla 2	Estadísticas de España y las principales comunidades autónomas sobre la producción del cerezo en ecológico para el año 2017 (MAPAMA, 2018a)	2
Tabla 3	Estimación anual bruta de los nutrientes para el cultivo del cerezo	7
Tabla 4	Rango de concentración de nutrientes en hoja para el cerezo dulce y ácido	8
Tabla 5	Plagas del cerezo más comunes en Europa y Asia menor (Papadopoulos <i>et al.</i> , 2017; MAPAMA, 2018b).	10
Tabla 6	Resultados y diagnóstico del análisis de suelo en los años 2018 y 2019.	26
Tabla 7	Resultados del análisis foliar en hojas sanas y en hojas con carencias visuales de cerezo en el año 2019. Diagnóstico y rango de toxicidad.	30
Tabla 8	Comparación de variedades con estado nutricional dependiendo del elemento mineral.	31

INTRODUCCIÓN

1.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CEREZO

La producción mundial de cerezo oscila alrededor de 2 547 944 t, con un área total de 432 314 ha y con tendencia creciente año a año. Las áreas de mayor producción son Turquía seguido de EUA, Irán e Italia (tabla 1). En Europa (EU28), España representa el segundo país con mayor producción, y a nivel mundial se encuentra en el quinto puesto (FAOSTAT, 2020).

Tabla 1. Superficie, producción y rendimiento del cerezo en el año 2018 en los principales países productores del mundo (FAOSTAT, 2020).

País	Producción (t)	Area de cultivo (ha)	Rendimiento (kg/ha)
Turquía	352785	84087	4195
Estados Unidos	2549116	34398	74107
Irán	219850	17024	12914
Italia	116522	29156	3996
España	90746	27368	3316
Rumania	77291	7058	10951
Federación de Rusia	70792	10060	7037
Alemania	66909	6026	11103
Ucrania	66496	9800	6785
Chile	56198	30179	1862

La producción de cerezo bajo condiciones de cultivo ecológico está en alza, tanto a nivel de la Unión Europea como a nivel mundial (Alonso, 2011), aunque para el año 2018, el cultivo de frutales de hueso en ecológico sólo representaba el 0,06% de la superficie total cultivada para los frutales de climas templados (EUROSTAT, 2020).

En España, la Comunidad Autónoma con mayor superficie implantada de cerezo ecológico es Cataluña, seguida de Aragón, Comunitat Valenciana y Extremadura (tabla 2).

A nivel de la Comunitat Valenciana, se ha producido un incremento del 37%, en el número de operadores en ecológico, en los últimos cuatro años (CAECV, 2019). Coincidentes en paralelo con los operadores de cereza de la IGP Montañas de Alicante (GVA, 2020). Otras zonas productoras en esta CCAA son el norte de la provincia de Valencia y al interior de Castellón. En la comarca de Utiel-Requena, la presencia del cultivo de cerezo es muy puntual, siendo los cultivos tradicionales de esta zona, la vid, almendro y en menor medida olivo.

Tabla 2. Estadísticas de España y las principales comunidades autónomas sobre la producción del cerezo en ecológico para el año 2017 (MAPAMA, 2018a).

Regiones	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimientos (kg/ha)
Nacional	482,02	1185,86	2460,19
Cataluña	155,57	64,00	411,39
Aragón	79,03	126,63	1602,30
P.Valencià	72,96	137,62	1886,24
Extremadura	63,4	128,22	2022,40
Andalucía	40,8345	453,55	11107,03
C. La mancha	25,56	5,27	206,18
C. león	13,04	1,53	117,33

1.2. NORMATIVA Y REGULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN EN ECOLÓGICO

La producción ecológica en Europa está regulada por el Reglamento (CE) nº 889/2008, de 5 de septiembre de 2008, que establece los principios de aplicación, vigente hasta el 1 de enero de 2021, donde entrará en vigor la nueva modificación recogida en el Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018. La UE ha establecido un sistema de control en el que intervienen organismos que llevan a cabo una serie de inspecciones físicas de las instalaciones de producción o de transformación, la verificación de la contabilidad documental y la obtención de muestras de productos finales, productos cosechados, muestras vegetales o de suelos, etc. para comprobar la veracidad del modelo productivo. Esta certificación no solo es un control de la producción sino una marca de calidad que permite a los productores ecológicos, comercializar con el sello de producción ecológica, siendo un garante para los consumidores.

Los productores indican que entre las principales motivaciones para realizar la transformación productiva está la búsqueda de la mayor rentabilidad económica, con la consecuencia de no degradar el agrosistema e incluso mejorarlo (Cranfield *et al.*, 2010). El proceso de certificación ecológica consta de seis pasos (CAECV, 2020):

1) Tramitación de la certificación

Solicitar el certificado tras pagar las tasas correspondientes.

2) Verificación de la documentación

Verificar la documentación tramitada para la visita técnica.

3) Inspección “in situ” evaluación: Visita de técnicos cualificados para la verificación de la norma y la trazabilidad de la finca (verificación documental) como una inspección visual.

Constatando los muestreos que garanticen la trazabilidad para verificar la regularidad de la producción ecológica.

- 4) **Revisión:** El personal técnico no involucrado en la visita, revisará los resultados del control y prepara la certificación de la solicitud.
- 5) **Decisión del comité de certificación:** Con toda la información preparada, el comité conformado por tres técnicos internos y de la administración pública, tomará la decisión del certificado.
- 6) **Certificado:** Si el certificado es favorable se emitirá un certificado de conformidad con el aval correspondiente. Este documento permitirá la comercialización del producto con referencias a la producción ecológica.

Tras la solicitud de certificación en ecológico se deberá cumplir con el periodo de conversión, que es de dos años para cultivos hortícolas y herbáceos, y de tres para cultivos leñosos. Durante el período de transición no se puede comercializar bajo la denominación de ecológico.

Tras el periodo de conversión, en las parcelas se llevará un control anual (con o sin cita concreta) para la verificación. El control incluye muestras en campo (suelo, hojas, frutos o ramas, dependiendo de la naturaleza del cultivo o el protocolo individual del muestreo) para una constatación de residuo cero (sin traza alguna de materias activas no permitidas en agricultura ecológica).

1.3. EL CULTIVO DEL CEREZO. CUESTIONES AGRONÓMICAS Y FISIOLÓGICAS

El cerezo (*Prunus avium*) está considerado como árbol frutal de hueso. Es una planta leñosa y caducifolia con unos requerimientos en horas frío que depende de la variedad. Se caracteriza su vigorosidad, con dominancia apical y gran crecimiento. Los foliolos son aserrados con un color claro y mate en el haz, y más oscuro y brillante en el envés. Los peciolos son largos y la flor es pentámera, en policasio, de color rosa o blanca. Normalmente las flores se sitúan en ramos de mayo, aunque también en ramos mixtos y lamburdas (Agustí, 2010).

Como la gran mayoría de los frutales de huesos, el cerezo necesita una polinización cruzada. Para efectuar una polinización adecuada, el alelo S debe ser diferente entre el polen y el estigma. Cuando se desarrolla el tubo polínico en el estilo, el S del polen producirá una proteína llamada F-box protein (SFB) y el estilo producirá a su vez ribonucleasa (S-RNase) que interactuarán de una manera específica para dar una incompatibilidad en el caso de que S sean el mismo. Cuando el genotipo S es diferente, se desarrollará adecuadamente el tubo polínico para la fecundación

del óvulo en el ovario. Es importante solapar las floraciones entre variedades, para así realizar adecuadamente la fecundación (Tehrani y Brown, 1992; Yamane y Tao, 2009; Tao y Iezzoni, 2010; Matsumoto *et al.*, 2012; Herrero *et al.*, 2017).

La plantación de los cerezos se realiza una vez que la planta entra en reposo vegetativo, es decir, entre finales de noviembre a principios de diciembre, en clima mediterráneo, sin embargo, sería conveniente esperar hasta enero para evitar las posibles heladas invernales, ya que los patrones son sensibles a las bajas temperaturas (Feucht *et al.*, 2001; Gil Liarte, 2012).

1.3.1. Variedad y patrón

Al sufrir el cerezo de autoincompatibilidad, se deben adecuar las plantaciones con más de una variedad para garantizar la polinización cruzada. Aunque hay avances de variedades autocompatibles, como JI2420 y JI2434, consecuencia de una mutación en SFB o bien en S-RNasa, haciendo viable el tubo polínico a pesar de tener el mismo alelo S (Hauck *et al.*, 2006).

El patrón debe compatibilizar con el injerto, y alcanzar algunos objetivos como reducción del vigor de la variedad, incrementar la precocidad, uniformidad en el rendimiento, otorgar mayor resistencia a heladas, adaptación a una gran gama y condiciones de suelos, enfermedades y plagas, resistencia a sequía, etc. La tendencia actual es la búsqueda de patrones enanizantes para hacer sistemas intensivos o muy intensivos (Howell y Perry, 1990; Faust *et al.*, 1998; Cai *et al.*, 2007; Hrotkó, 2016).

El patrón predominante en la Comunitat Valenciana es Santa Lucia 64 (SL-64). Patrón vigoroso de la variedad *Prunus mahaleb*. Se propaga mediante estaquillas leñosas, semileñosas y herbáceas. Generalmente, SL-64 es un patrón que está muy bien adaptado al injertado con muchas variedades, otorga a la variedad un 20% más vigor, pero dependiendo mucho de la textura del suelo. En líneas generales, SL-64 ofrece buena productividad y precocidad (Thomas y Sarger, 1965; Claverie, 1996; Edin *et al.*, 1996; Hrotkó *et al.*, 1999).

1.3.2. Necesidades edafoclimáticas

Temperatura

El cerezo es una planta con exigencias en acumulación de horas frío (Weinberger, 1950). Los cultivares de cereza tienen diferentes requisitos de frío y calor para la latencia y floración. El conocimiento de estos requisitos puede ser valioso en la selección de los cultivares. Las horas frío acumuladas para el cerezo está entre 176 (variedad CrisTobalina) hasta 1400 (variedad Hedelfingen) (Richardson *et al.*, 1974). Este gran abanico es debido a la alta heterogeneidad de

variedades comerciales. La variedad Ruby que es parental junto a la variedad Prime Giant, tiene un requerimiento de 618 h. La variedad Burlat posee unos requerimientos medios de 618 h, siendo la variedad referente.

Tras la rotura de la latencia viene una floración seguida de la brotación. En ese momento está sujeto el cultivar a condiciones sensibles a bajas temperaturas que pueden generar una pérdida en la producción. Con valores inferiores a $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ generará problemas en el cuajado, floración y botones florales. La altitud es importante para lograr garantizar las horas frío adecuadas, pero sin generar problemas con heladas tardías, que afecten a la floración o cuajado. No obstante, es cierto que hay variedades con mayor o menor resistencia al frío (Szewczuk *et al.*, 2007).

Tradicionalmente el cultivo del cerezo se ha realizado en regiones frías, si bien hoy en día se ha expandido la producción en áreas más calurosas (Beppu y Kataloka, 2011). Por esa razón se ha observado un incremento de doble fruto, malformación de las flores (mala distribución de los pistilos en el lugar de las anteras) generando peor cuajado (Roversi, 2001). Con el cambio climático, este fenómeno se espera que suceda en mayores zonas y con más frecuencia de la deseada (Imrak *et al.*, 2014).

No todas las variedades se comportan igual, por ejemplo, la variedad Burlat en España tiene un alto potencial de formar dobles frutos. Según López-Corrales *et al.* (2014) para la variedad Prime Giant en España tiene una alta probabilidad de doble fruto. La solución más lógica es la selección de variedades que sean menos propensas a generar doble frutos en las regiones españolas (García-Montiel *et al.*, 2010).

Condiciones edáficas

Existen criterios recomendados en cuanto a las características ideales de un suelo para el cultivo del cerezo, y más en general para la producción de frutales de hueso. Según Forge *et al.* (2013) el porcentaje óptimo de materia orgánica debe estar entorno al 2-3%. Las propiedades más interesantes que ofrece la materia orgánica en el suelo es la mejora de la aireación que a su vez tendrá efectos positivos en ciertas reacciones químicas ayudadas por la fauna existente (mineralización, humificación...), mejora de la estructura evitando así el encharcamiento ya que es un problema para el cultivo del cerezo, efecto amortiguador del pH y de la salinidad, acidificando parcialmente el suelo, mejorando la absorción de ciertos elementos minerales, teniendo cierto énfasis en suelos calizos donde elementos como el zinc o el hierro son insolubilizados y mediante la ayuda de la materia orgánica se generan estructuras complejas

(quelatos naturales) que ayudan a la solubilización, y por último el aporte de ciertos elementos minerales por la degradación de la materia orgánica, por ejemplo, la liberación de nitrógeno, fósforo, etc. (Quero-García *et al.*, 2017).

La relación C/N informa de la tasa a la que el nitrógeno estará a disposición de las plantas y, por ello, se puede utilizar como indicador de calidad de una materia orgánica del suelo en medios aerobios. Valores altos de esta relación ($C/N > 30$) indican que la materia orgánica tiene una baja capacidad de descomposición. Normalmente, en suelos de cultivo los valores medios de C/N son de 10 a 14. Cuando la relación de C/N es baja, proporcionará nitrógeno al medio (Porta *et al.*, 2019).

Cuanto mayor sea la salud del suelo, mejor serán las interacciones entre los microorganismos. Se ha visto que la excreción de ácidos orgánicos por parte de las plantas puede estimular la actividad microbiana y por ende las actividades enzimáticas, debido a la liberación de carbono orgánico de las raíces y a la producción de CO_2 por las raíces y a los microorganismos de la rizosfera. Por tanto, la actividad enzimática es un índice en la salud del suelo-rizosfera, ya que mejora los procesos de mineralización y humificación, además ayuda a generar ciertos elementos bioquímicos aprovechables por la planta (protección, nutrición, etc.) (Akhtar *et al.*, 2011; Meena *et al.*, 2017).

El pH generalmente óptimo del suelo está entre 6-7 para el cultivo del cerezo. Entre los valores ácidos y neutros los elementos minerales son más solubles. En condiciones de pH básico, el cerezo limita la absorción de micronutrientes como el zinc, hierro o manganeso. Normalmente, los suelos con pH muy elevados suelen tener ciertos minerales que en altas concentraciones generan fitotoxicidad, tal como el sodio y cloro. Por el contrario, una excesiva acidez liberará ciertos minerales tóxicos como el aluminio o manganeso a concentraciones elevadas. Esos minerales interrumpirán en los procesos fisiológicos, generando a corto y largo plazo pérdida de rendimiento generalizado (Saña *et al.*, 1996).

La salinidad genera pérdidas en el rendimiento del cultivo del cerezo, ya que invierte mucha más energía en absorber el agua que en condiciones óptimas sería por difusión pasiva. Por lo general, el cerezo es sensible a la salinidad. Se ha observado una reducción del crecimiento vegetativo con valores de salinidad en torno a 1,5-1,7 dS/m, en extracto de suelo saturado (Maas y Grieve, 1987). La intolerancia al exceso de salinidad es debido, prácticamente, a la presencia de altas concentraciones de boro, cloro y sodio, que generarán fitotoxicidad a las plantas. En lo que respecta al conocimiento de tolerancia a la salinidad de patrones hay pocos estudios y se desconocen, al menos a nivel bibliográfico.

1.4. NECESIDADES NUTRICIONALES E HÍDRICAS

Como en cualquier cultivo, las necesidades hídricas y nutricionales dependerán de la edad de la plantación, el sistema de producción, la climatología y edafología de la zona existente, estreses abióticos o bióticos... (Agustí, 2010). Antes de realizar un plan de abonado o/y estercolado se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales. En primer lugar, los elementos minerales de base en el suelo (micro y macronutrientes) y su disponibilidad. El segundo aspecto es la necesidad del cerezo, en concreto las variedades con el patrón elegido y las condiciones particulares de cada tipo de suelo (Navarro García y Navarro García, 2013; Porta *et al.*, 2019; Quero-García *et al.*, 2017).

La actividad microbiana generará ciertas reacciones que liberarán los elementos minerales insolubilizados por pertenecer a estructuras orgánicas. Sin embargo, la liberación de dichos elementos minerales es, por lo general, muy inferior a las exigencias del cultivo (Quiñones *et al.*, 2012). Esto generará carencias que se deberán corregir. Las correcciones en sistemas de agricultura ecológica se hacen mediante plan de estercolado y abonos minerales autorizados, teniendo en cuenta las limitaciones en el uso de cantidades. Esto genera complejidad, ya que interaccionan muchas variables como la velocidad de mineralización, aireación del suelo, etc.

Para determinar el estado nutricional con mayor precisión, se debe realizar un análisis foliar. Para la determinación de ciertas carencias y exceso, conocer así la relación existente árbol-medio y ver la eficiencia de absorción de los diferentes nutrientes (Agustí, 2010). Cabe recalcar que las necesidades del cerezo variarán dependiendo del estado fenológico y de la campaña. Es difícil encontrar documentación buena para la determinación de las necesidades nutricionales del cerezo, Roversi y Monteforte (2006) citados en Quero-García (2017) extrajeron las necesidades en rangos de los macronutrientes en seis variedades de cerezo con el patrón *P. avium* (tabla 3).

Tabla 3. Estimación anual bruta de los nutrientes para el cultivo del cerezo.

Nutrientes	Cantidad (kg/ha*año)
Nitrogeno	39-65
Potasio	16-47
Fosforo	6-11
Calcio	26-55
Magnesio	5-9

1. INTRODUCCIÓN

Una buena nutrición mineral aumenta la probabilidad de tener una buena producción y sanidad del cultivo. Hanson y Proebsting (1996) exponen los siguientes rangos de concentración de nutrientes en hojas para el cerezo dulce y ácido (tabla 4).

Tabla 4. Rango de concentración de nutrientes en hoja para el cerezo dulce y ácido.

Nutrientes	Deciciencia	Ratio normal	Potencialmente toxico
Hoja (mitad de verano en las horas de edad media, peso seco)			
Nitrogeno (%)	<1,9	1,9-3,0	>3,4
Fosforo (%)	<0,1	0,16-0,40	NE
Potasio (%)	<1,0	1,3-3,0	NE
Calcio (%)	N.E	1,0-3,0	NE
Magnesio (%)	<0,24	0,3-0,6	NE
Azufre (%)	NE	0,13-0,8	NE
Boro (ppm)	<20	25-60	>80
Zinc (ppm)	<10	15-70	NE
Manganeso (ppm)	<20	20-200	NE
Hierro (ppm)	NE	20-500	NE
Cobre (ppm)	NE	5-20	NE

El estado hídrico en el complejo suelo-planta es un factor muy importante para cumplir el desarrollo óptimo de la plantación. El cerezo presenta menores necesidades hídricas que otros frutales como manzano, peral o melocotonero. Tanto el estrés hídrico como un exceso de agua prolongado genera efectos negativos en el rendimiento del cultivo, y cuando es muy intermitente la carencia-exceso de agua genera mayor *cracking* en la cereza (Quero-García, 2017). En zonas con verano seco y alta tasa de evaporación, los cerezos necesitan entre 700-1000 mm durante los periodos de actividad (Hanson y Proebsting, 1996; Quero-García, 2017). En regiones con mayor humedad, los requerimientos son menores, siendo entre 600-650 mm/año, para el cultivar Summit con SL 64 (*P. mahaleb*) (Quero-García, 2017). Según Agustí (2010) los cultivares en regiones con menos de 600 mm/año de pluviometría se generan problemas de crecimiento y producción. Por ese motivo ha crecido el riego de apoyo a las plantaciones del cerezo. El riego debe ser abundante y frecuente, sobre todo, desde el cuajado del fruto hasta la recolección, luego eliminarlo hasta que cese el crecimiento, y volver a reanudar acorde con el mantenimiento de la planta hasta la caída fisiológica de las hojas.

1.5. PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DEL CEREZO

Las actividades de subsolado se realizarán el primer año para la preparación del terreno, de igual modo la nivelación del terreno, cuando sea necesario.

En condiciones ecológicas, La utilización de cubierta vegetal perenne como un muro vegetal o setos es muy importante para generar un agrosistema sano (Altieri, 2018). Las plantas silvestres compiten por los recursos con el cultivo del cerezo, siendo mayor la sensibilidad

durante los primeros tres años del cultivo cuando son jóvenes. La utilización de herbicidas o buenas prácticas culturales (subsolado, laboreo...) reducen la aparición de los problemas relacionados (Agustí, 2010). No obstante, tal como afirma Koumanov y Long (2017) la implantación de la cubierta vegetal, en especial en condiciones de cultivo ecológico, es una alternativa eficaz contra los herbicidas o el laboreo. La cubierta vegetal ofrece mayor incorporación de materia orgánica, mejora las condiciones fisicoquímicas del suelo, protege de la erosión y mejora el drenaje. El sorgo (*Sorghum spp*), la remolacha azucarera (*Beta vulgaris subsp. vulgaris var. Altissima*), el centeno (*Secale cereale* (L.) M.Bieb.), el Hybrid Kale (*Brassica oleracea*), Sudan Grass (*Sorghum × drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase), tréboles (*Trifolium spp*), guisantes (*Pisum sativum*) y veza (*Vicia hirsuta*) se consideran las especies más beneficiosas en cultivo de cerezo (Quero-García, 2017). Se recomienda realizar una plantación en otoño para una replantación en primavera. Dependerá de la especie que se plante siendo las gramíneas ideales en primavera y finales del verano, en contra de las leguminosas que se recomienda más en primavera. Al final del verano será muy eficaz la implantación porque se romperá el ciclo vegetal de las hierbas adventicias y además con las temperaturas calurosas ayudará a la germinación de la cubierta.

La cubierta vegetal presenta inconvenientes, según Koumanov y Long (2017) se debe tener en cuenta que tipo de plantas se implantan para así evitar o reducir incidencias de plagas y enfermedades que puedan ser transmitidas por la misma cubierta. De igual forma, el muro vegetal tiene dos objetivos, de reservorio para fauna útil y evitar la deriva de productos fitosanitarios de parcelas colindantes.

En líneas generales, las ventajas superan a los inconvenientes en cuanto a la utilización adecuada de la cubierta vegetal. La agricultura ecológica limita la utilización de cualquier tipo de herbicidas, solamente recurriendo a labores culturales, medios físicos o el uso de cubiertas vegetales, teniendo en cuenta la mejora de la vida del suelo, por ello, una buena práctica para cultivos leñosos es la utilización de cubiertas vegetales adecuadas a cada especie.

1.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CEREZO EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS

1.6.1. Plagas del cerezo. Vertebrados e invertebrados

En cultivo de cerezo, las aves son un foco potencial en bermas de la producción y con poco control sobre los mismos. Los insectos (invertebrados) se les otorgan los mayores problemas en cuanto a plagas ya que no sólo reducen la producción, sino que pueden transmitir ciertas enfermedades (Papadopoulos *et al.*, 2017). Hay una gran malgama de plagas que afectan a los

1. INTRODUCCIÓN

frutales de hueso, y en especial al cerezo (tabla 5). Cabe recalcar que hay ciertas plagas en la zona mediterránea española donde tienen mayor importancia en cuanto a presencia y daño al cultivo. Estas son la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* L.), el gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis* L.), piojo de san José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock), pulgón (*Myzus cerasi* Fabricius), araña roja (*Panonychus ulmi* Koch), araña amarilla (*Tetranychus utricae* Koch), mosquito verde (*Asymmetrasca decedens* Paoli) y mosca negra del cerezo (*Rhagoletis cerasi* L.) (MAPAMA, 2018b).

Por lo general, las tres plagas con mayor daño generado son las arañas (tanto roja como amarilla), la mosca de la fruta (sobre todo en variedades más tardías) y el piojo de san José (sobre todo en el debilitamiento de la planta más que en el ataque en la fruta). Con menor importancia en plantaciones con sistema de regadío es el gusano cabezudo, que llega a ser un problema grande en cultivos de secano o con pocas aportaciones de agua. Las demás plagas son controlables y de menor importancia por lo general, pero es cierto que en momentos fenológicos o edad de la plantación pueden llegar a ser un problema grande.

Tabla 5. Plagas del cerezo más comunes en Europa y Asia menor (Papadopoulos et al., 2017; MAPAMA, 2018b).

Especies de plagas	Orden	Familia	Parte del árbol atacada	Importancia de la plaga
<i>Rhagoletis cerasi</i> (L.)	Diptera	Tephritidae	Frutos en proceso de maduración/maduros	Fundamental, obicuo, regular
<i>Drosophila suzukii</i> (Matsumura)	Diptera	Drosophilidae	Fruta madura	Fundamental, obicuo, regular
<i>Sphaerolecanium prunastri</i> (Fonscolombe)	Hemiptera: Homoptera	Coccidae	Ramas, ramitas, rara vez en hojas y fruto	Poca, local, ocasional
<i>Myzus cerasi</i> Fabricius*	Hemiptera: Homoptera	Aphididae	Hojas, brotes y ramas jóvenes	Moderada, local, ocasional
<i>Adoxophyes orana</i> (Fischer von Röslerstamm)	Lepidoptera	Tortricidae	Hojas y fruto	Poca, local, ocasional
<i>Archips podana</i> Scopoli	Lepidoptera	Tortricidae	Hojas y fruto	Poca, local, ocasional
<i>Archips rosana</i> (L.)	Lepidoptera	Tortricidae	Hojas y fruto	Poca, local, ocasional
<i>Spilonota ocellana</i> (Denis & Schiffermüller)	Lepidoptera	Tortricidae	Brotes y hojas	Poca, local, ocasional
<i>Operophtera brumata</i> (L.)	Lepidoptera	Geometridae	Hojas, pequeños frutos	Poca, local, ocasional
<i>Panonychus ulmi</i> (Koch)*	Trombidiformes	Tetranychidae	Hojas y brotes jóvenes	Poca, local, ocasional
<i>Lyonetia clerkella</i> (L.)	Lepidoptera	Lyonetiidae	Hojas	Poca, local, ocasional
<i>Anthonomus rectirostris</i> (L.)	Coleoptera	Curculionidae	Brotes y flores	Poca, local
<i>Dasineura tortrix</i> (Loew)	Diptera	Cecidomyiidae	Hojas y brotes jóvenes	Poca, local, ocasional
<i>Caliroa cerasi</i> (L.)	Hymenoptera	Tenthredinidae	Hojas	Poca, local, ocasional
<i>Rhagoletis cingulata</i> (Loew)	Diptera	Tephritidae	Frutos en proceso de maduración/maduros	Poca, regional, regular
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> (Targioni-Tozzetti)	Hemiptera: Homoptera	Diaspididae	Ramas, ramitas y fruto, rara vez en hojas	Poca, local, ocasional
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i> (Comstock)*	Hemiptera: Homoptera	Diaspididae	Ramas, ramitas y fruto, rara vez en hojas	Poca, local, ocasional
<i>Tetranychus vinnensis</i> (Zacher)	Trombidiformes	Tetranychidae	Hojas y brotes jóvenes	Menor obicuo, regular
<i>Halyomorpha halys</i> (Stål)	Hemiptera	Pentatomidae	-	No determinado, local
<i>Frankliniella occidentalis</i> (Perg.)	Thysanoptera	Thripidae	Deformaciones y daños en frutos y brotes	Poca, variedades tardías
<i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli)*	Hemiptera	Cicadellidae	Hojas, brotes, frutos y ramas jóvenes	Poca, plantas jóvenes
<i>Tetranychus utricae</i> (Koch)*	Trombidiformes	Tetranychidae	Hojas y brotes jóvenes	Media
<i>Ceratitis capitata</i> (Wied)*	Diptera	Tephritidae	Frutos en maduración/maduros	Fundamental, variedades tardías
<i>Capnodis tenebrionis</i> (L.)*	Coleoptera	Buprestidae	Raíces, tronco	Fundamental, Bajo rendimiento

*Indica las plagas más comunes e importantes en España, las cuales se centrará este apartado.

1.6.2. Enfermedades del cerezo. Enfermedades criptogámicas, bacteriosis y virus

Las enfermedades siguen el triángulo de la enfermedad, es decir, se necesita el patógeno, las condiciones adecuadas para su desarrollo y un huésped a que infectar. Cuando las tres coinciden generará la infección de la enfermedad. En cuanto a los virus, se añade un nuevo vértice llamado vector, es decir, el ser vivo o vehículo que propaga el virus de un huésped a otro (Børve *et al.*, 2017). Las enfermedades más comunes para el cerezo en la zona mediterránea son podredumbre blanca en la raíz (*Amillaria mellea* (Vajl:Rf) Kummer y *Rosellinia necatrix* Prill), mal de cuello (*Phytophthora spp.*) y antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* o *Colletotrichum acutatum*) (MAPAMA, 2018b).

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es realizar una transformación en el uso del suelo de una parcela agrícola, en situación de abandono desde 2012, en el término municipal de Chera (Valencia). Se pretende diseñar un plan para la recuperación del suelo y adecuarlo a la producción de cereza, bajo los criterios de la Agricultura Ecológica certificada.

Para ello se han llevado a cabo las prácticas de adecuación del terreno, así como la implantación vegetal. En paralelo se han comenzado con las tramitaciones para inscribir la superficie y el cultivo de cereza a implantar, bajo criterios de producción ecológica, según indica el Reglamento Europeo vigente.

Los trabajos de transformación comenzaron en 2017 y para evaluar el impacto sobre el suelo y el cultivo se han realizado seguimiento durante dos campañas de la evolución de diferentes variables relacionadas con la fertilidad del suelo y el estado del cultivo, para evaluar el impacto de las limitaciones bajo cultivo ecológico en el cultivo.

Los objetivos individuales de este trabajo son:

- Recuperar el uso del suelo, estableciendo un cultivo leñoso, en concreto un cultivo de cerezo, que permita recuperar y rentabilizar la actividad agrícola.
- Adecuar la transformación a las condiciones limitantes de la normativa europea de producción ecológica para el cultivo del cerezo.
- Evaluar la mejora de la calidad del suelo mediante el análisis del mismo, permitiendo corregir las pautas de abonado.
- Incrementar la biodiversidad del ecosistema, con la implantación del cerezo en la parcela y mediante el uso de cubiertas y muros vegetales.
- Reducir o eliminar la erosión del suelo mediante técnicas de conservación.
- Establecer una alternativa a los cultivos clásicos de la zona que permita una mayor diversificación y opción productiva.

METODOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO FÍSICO

La parcela de estudio se localiza en la comarca de Requena-Utiel, en el término municipal de Chera (Valencia). Según el catastro la parcela está en el polígono 1, parcela 704 en la zona “El Santo”. Cuenta con una superficie aproximada de 1200 m², y tradicionalmente el uso fue el cultivo hortícola según temporada. En 2012 se abandonó la actividad y en 2017 se retomó para la puesta en marcha del presente trabajo.

La parcela está próxima a la autovía A3 dirección Valencia-Madrid, y conecta directamente con la A3 por la CV-395 y a menos de 1 km del centro urbano de Chera (figura 1). Sus coordenadas son 39.587803 de latitud y -0.980058 de longitud.

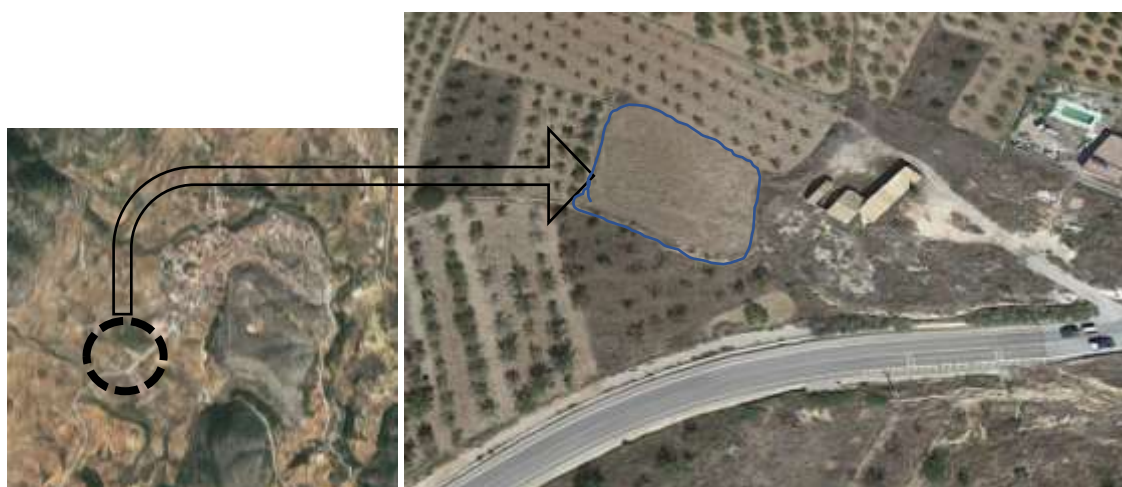


Figura 1. Localización de la parcela objeto de estudio en el término municipal de Chera (Valencia)

El estudio climático (Anejo 1) se ha realizado empleando los datos de la estación meteorológica de Requena cerrito, situada a 24,26 km de Chera, entre los años 2014 hasta 2019.

Wenden *et al.* (2017) indican que el cerezo (dependiendo de variedades) requiere entre 450 y 1400 horas frío (HF). En la zona de estudio se ha contabilizado, una acumulación promedio anual de 1690 HF, por lo que la localización de la parcela, cumple una de las limitaciones climáticas del cultivo. Del estudio climático se concluye que según el índice de Lang, la parcela se encuentra en una zona climática árida. Según el índice de Martonne, se trata de una zona climática de países secos mediterráneos. Según el índice termopluviométrico de Dantin-Revenge, se trata de una zona climática árida. Según la clasificación climática de Thornthwaite la parcela se encuentra en una zona D d B'2 b'3. Por último, según la clasificación bioclimática UNESCO-FAO, la parcela presenta un periodo seco comprendido entre los meses de junio a agosto, clasificándose como Xéricos mediterráneo, en concreto se trata de una zona de subtipo

climático subdesértico atenuado. En conclusión, la parcela se encuentra en una zona de clima templado medio con inviernos moderados, con aridez de tipo xérico mediterráneo subtipo subdesértico atenuado.

El suelo de la parcela en estudio es un fluvisol que se caracteriza por tener pH ligeramente básico, buena permeabilidad, valores bajos de intercambio catiónico y con contenidos de moderados a altos de carbonato cálcico total. Son originados por zonas de influencia del agua. El estudio del suelo (Anejo 2) muestra las características físico-químicas de este suelo.

3.2. MÉTODOS ANALÍTICOS PARA SUELOS Y HOJAS

Las determinaciones analíticas realizadas para evaluar la fertilidad y estado del suelo, así como del estado foliar de la planta han sido para el caso del suelo: contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc y cobre, como elementos minerales, así como materia orgánica, actividad enzimática del suelo, pH y textura del suelo, conductividad eléctrica, carbonatos totales y caliza activa del suelo. Para el caso de las hojas del cerezo se han analizado macro y microelementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc y cobre. En todos los casos se han empleado los métodos oficiales de análisis (AOAC, 2000; MAPA, 1994).

El seguimiento analítico ha sido anual, durante los años 2018 y 2019, no pudiendo completar 2020, por la crisis sanitaria. Todas las determinaciones se realizan por triplicado, excepto en algunos casos donde por falta de muestra no se pudieron triplicar los análisis.

3.2.1. Muestreo y tratamiento de las muestras de suelos y hojas

El muestreo de suelo fue aleatorio, en zig-zag, eligiendo entre 4 a 6 puntos diferentes de la parcela. Debido a la uniformidad y tamaño de la superficie no fue necesario la división por cuadrantes. De todo el volumen de muestra se realiza una homogeneización y cuarteo para obtener la cantidad representativa de unos 500 g, que se conservan en bolsas de plástico estériles y oscuras, y se transporta debidamente hasta el laboratorio. Se toma también muestra sin alterar que se deposita en viales estériles y se almacena refrigerada a 4 °C, para la determinación de la actividad enzimática. La profundidad del suelo muestreado fue de 10 a 30 cm aproximadamente (Saña *et al.*, 1996), empleando una pala agrícola para la extracción. La fecha del muestreo fue febrero de 2018 y de 2019. Una vez en el laboratorio las muestras se secan a temperatura ambiente, sin incidencia de radiación, se homogeneizan y se toma la muestra representativa para los posteriores análisis.

El análisis foliar es la mejor forma de conocer el estado nutricional de un cultivo (Fernández-Escobar y Parra, 1985; Agustí, 2010). El contenido mineral de las hojas depende de diversos

factores, entre ellos su estado de desarrollo, las condiciones climáticas, la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la distribución y actividad de las raíces y el riego. El muestreo foliar se ha realizado sobre los plantones sanos y diferenciando entre variedad, aunque también se muestrearon hojas de árboles que mostraron algún estado carencial, realizando un tratamiento de las hojas por separado. Para ello se seleccionan entre 8 a 12 plantones homogéneos y al azar, en zig-zag. Las hojas se toman de la periferia de los árboles. En cada árbol se seleccionan de 4 a 6 brotes terminales del año, de vigor medio y orientados de forma variada alrededor del árbol. De cada brote se toma una hoja con su pecíolo, de la parte central del mismo, pues las hojas basales y apicales tienen un nivel distinto de nutrientes (Fernández-Escobar y Parra, 1985). La fecha del muestreo fue a mediados de julio de 2019, coincidiendo con el cese de crecimiento de brotes terminales. Todas las hojas recolectadas cumplen con determinados requisitos, como la posición en el árbol, la edad, tipo de hoja. El análisis foliar del año 2018 no se realizó por falta de adecuación de los plantones al nuevo medio y el del año 2020 no se han podido realizar por la crisis del COVID.

La toma de muestras se realiza cuando se presenta la mayor estabilidad de nutrientes en el árbol, es decir, poca variabilidad en la concentración dentro de un mismo periodo determinado de tiempo. Las hojas se introducen en bolsas de plástico y se mantienen refrigeradas hasta su transporte al laboratorio, una vez allí, se secan en condiciones controladas para la realización posterior de los análisis.

3.2.2. Determinación de parámetros del suelo

La **textura** de un suelo expresa las proporciones, en peso, de los tamaños de partículas inorgánicas del suelo, inferiores a 2 mm. Para una clasificación de los suelos se establece una división en arcilla, limo y arena, y subdivisiones dentro de esos grupos, que designan doce clases texturales que pueden ser deducidas conociendo el porcentaje en peso de las tres fracciones mediante un diagrama triangular. Este diagrama sirve para designar la textura de un suelo.

En la determinación de la textura se emplea un tensímetro ASTM núm. 152 H, con la escala de Bouyoucos en g.L^{-1} , batidora eléctrica, probeta graduada de un litro, émbolo agitador del latón y disolución dispersante. Para la determinación se siguen los pasos marcados por Llorca y Bautista (1996). Una vez conocidas las proporciones en peso (%) de arena, limo y arcilla, se leen en el diagrama triangular (clasificación USDA) y se determina la textura del suelo.

Para la determinación del pH en el suelo se realiza un extracto (1:2,5), tomando 10 g de suelo y se añaden 25 mL de H_2O destilada (para el **pH actual**) o 25 mL de KCl 0,1 M (para **pH potencial**) y se agita durante 10 minutos. Transcurrido dicho tiempo se deja reposar la muestra

3. METODOLOGÍA

durante 30 minutos y se procede a la medida con el pH-metro de sobremesa 2000 de Crison, debidamente calibrado, que proporciona la medida directa del valor del pH.

Para la determinación de la **conductividad eléctrica** del suelo se realiza un extracto (1:5), tomando 10 g de suelo y 50 mL de H₂O destilada y se agita durante 30 minutos. A continuación, se filtra la suspensión a través de un papel de filtro Whatman 42 y se añade una gota de hexametáfosfato sódico al 0,1% por cada 25 mL de filtrado, para evitar la precipitación de CaCO₃, y se procede a la medida con el conductímetro portátil 524 con célula de conductividad de grafito con compensador automático de temperatura, debidamente calibrado, que proporciona la medida directa de la conductividad.

Los **carbonatos totales** en el suelo se determinan con el calcímetro de Bernard, para ello se toman 0,5 g de suelo seco y se hace reaccionar con 2 mL de ácido clorhídrico diluido al 50% y se contrasta el volumen de CO₂ desplazado, al hacer reaccionar 200 mg de CaCO₃ puro. El contenido del suelo en carbonatos se calcula por la expresión:

$$\text{CaCO}_3 (\%) = \frac{P' \cdot V_{\text{CO}_2}}{(V \cdot P)} \times 100 \quad \text{Siendo: } P' = \text{peso (g) de CaCO}_3 \text{ puro, } V = \text{volumen (mL) de CO}_2$$

liberados por de CaCO₃ puro, V_{CO_2} = volumen (mL) de CO₂ liberados por la muestra de suelo. P = peso (g) de suelo.

El contenido en **caliza activa** se determina por una volumetría empleando el método de Droineau. Para ello se pesan 2 g de suelo y se agregan 50 mL de la disolución de (NH₄)₂C₂O₄ 0,2 N, y se agita de manera intermitente durante dos horas y se filtra. Se toman 10 mL del filtrado y, se agregan 5 mL de H₂SO₄ y se calienta hasta las proximidades del punto de ebullición, valorándose en caliente con una disolución de KMnO₄ 0,1 N. Paralelamente se realiza una muestra en blanco sin suelo. Los cálculos se determinan mediante la fórmula, expresando los resultados en porcentaje de CaCO₃ activo:

$$\text{CaCO}_3 \text{ activo (\%)} = \frac{(V_b - V_p) \cdot f \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot 50}{10 \cdot 2} \cdot 100 \quad \text{Siendo: } V_p = \text{volumen (mL) de KMnO}_4 \text{ gastados con la muestra y } V_b = \text{volumen (mL) de KMnO}_4 \text{ gastados con el blanco.}$$

El contenido en **materia orgánica** del suelo se realiza por el método de Walkley-Black, en el cual se produce una reacción química del carbono orgánico (CO) del suelo con el dicromato potásico como agente oxidante. Para ello, 1 g de suelo y se pasa a un Erlenmeyer y se añade 10 mL de dicromato potásico 1 N y se agita la mezcla unos minutos. A continuación, se añaden 20 mL de ácido sulfúrico concentrado, dejando en reposo durante 30 minutos. Transcurrido dicho

tiempo se añaden 100 mL de agua destilada y se deja enfriar. Por último, se agregan 4 ó 5 gotas de ferroína como indicador, y se valora con sal de Mohr 0,5 N. Los cálculos se efectúan teniendo en cuenta que el factor de recuperación del CO es de 1,30. El contenido (%) del CO del suelo es:

$$CO(\%) = \frac{[(V' \cdot f \cdot N')K_2Cr_2O_7 - (V \cdot f \cdot N)FeSO_4]}{p_{ss}} \cdot 1,30 \cdot 0,003 \cdot 100 \quad \text{Siendo: } p_{ss} = \text{peso (g) de suelo seco, } V = \text{volumen (mL) y } N = \text{concentración normal}$$

La materia orgánica presenta un 58% de carbono orgánico, esto hace que para pasar del carbono a la materia orgánica se tenga que aplicar el factor 1,724, es decir, $MO(\%) = CO(\%) \cdot 1,724$.

La determinación del **nitrógeno total** del suelo se realiza por el método semiautomático kjeldahl. Para ello, 0,5 g de suelo seco, se digieren en una mezcla ácida y en presencia de catalizadores, a 420 °C durante 30 minutos, destilando el amonio obtenido y valorándolo con una disolución ácida de H_2SO_4 0,01 N. Al mismo tiempo que se prepara una prueba en blanco. El nitrógeno total se expresa en porcentaje sobre la materia seca, y se halla por la fórmula:

$$NITRÓGENO \text{ TOTAL}(\%) = \frac{(V_m - V_b) \cdot f \cdot N \cdot 100}{P_m} \times 14 \quad \text{Donde: } V_m = \text{Volumen de } H_2SO_4 \text{ (mL) gastados en la muestra. } V_b = \text{Volumen de } H_2SO_4 \text{ (mL) gastados en el blanco. } f = \text{Factor del } H_2SO_4. N = \text{Concentración normal del } H_2SO_4. P_m = \text{Peso (g) de la muestra.}$$

La determinación del **contenido en fósforo asimilable** del suelo se determina en el espectrofotómetro UV/V a 660 nm de longitud de onda por el método Olsen. Para ello, se realiza una extracción con 5 g de suelo, aproximadamente 2 g de carbón activo libre de P y 100 mL de la disolución de $NaHCO_3$ 0,5 M, agitando durante media hora y filtrando la suspensión con papel de filtro exento de fósforo. A una alícuota de 5 mL del filtrado se añade poco a poco 10 mL de una disolución de ácido cloromolíbico, se enrasa a 50 mL con agua destilada, añadiendo 2 mL de $SnCl_2$ diluido. Por último, se realiza una curva de calibrado de 0 a 2 mg L^{-1} de P y la absorbancia obtenida para la muestra se interpola en la ecuación de la recta de calibrado y se obtiene la concentración de iones del elemento en mg de P por kg de suelo seco.

La determinación del **potasio asimilable** del suelo se realiza por fotometría de llama, previa extracción. Para ello, se prepara la extracción 1:10 (10 g de suelo en agitación con 100 mL de NH_4Ac 1 N) durante 30 minutos. Seguidamente se filtra la disolución con papel de filtro Watman 40. Se preparan las disoluciones patrón que contengan 0, 5, 10, 20, 40 y 60 mg L^{-1} de potasio, tomando en cada caso el volumen necesario de la disolución madre y enrasando a 50 mL con NH_4Ac 1 N. El contenido en potasio del extracto de suelo se calcula comparando con la emisión producida por las disoluciones patrones. Los datos obtenidos se expresarán en mg de K por kg_{ss} .

El contenido en **calcio y magnesio** en el suelo se determina mediante técnicas de espectrofotometría de absorción atómica. Del extracto 1:10 en NH_4Ac 1 N se toman 0,25 mL, se añaden 1,35 mL de lantano 5% y por último se afora con NH_4Ac . Los resultados del calcio y magnesio se expresan en meq de Ca o de Mg por 100 g de suelo. Para ello se realiza una recta de regresión con los valores obtenidos por las correspondientes curvas de calibrado. La absorbancia obtenida para la muestra se interpola en la ecuación de la recta de calibrado.

El contenido en **hierro, cobre y zinc** del suelo se determina mediante técnicas de espectrofotometría de absorción atómica. Para ello, se pesan 20 g del suelo seco y se añaden 40 mL de disolución extractante de ácido dietilentriaminopentaacético y se agita durante hora y media. Posteriormente se filtra y se mide la concentración. El hierro, zinc y cobre se expresa en mg por 100 g de suelo. Para ello se realiza una recta de regresión con los valores obtenidos de los patrones. La absorbancia obtenida para la muestra se interpola en la ecuación de la recta de calibrado y se obtiene la concentración de iones del elemento en mg L^{-1} .

Para la determinación de la **actividad enzimática** del suelo se pesa 1 g del suelo y se añaden 0,2 mL de tolueno, 4 mL de tampón MUB pH 11, 0,1 mL de disolución de p-nitrofenilfosfato, se tapa con parafilm y se pone en el incubador a 37 °C durante una hora. Transcurrido dicho tiempo se añade 1 mL de CaCl_2 0,5 M y 4 mL de NaOH 0,5 M, se agita y filtra la suspensión a través de un papel de filtro Whatman 40. Por último, se mide la absorbancia en el espectrofotómetro a la $\lambda=400$ nm. Para la preparación de la curva de calibrado se realizarán los patrones de 0, 1, 2, 3, 4, y 5 mg de p-nitrofenol, y se procede de forma análoga al suelo. Los datos obtenidos de las muestras se interpolan en la ecuación de la recta de calibrado y los resultados se expresan en μg de p-nitrofenol $\text{g}_{\text{ss}}^{-1} \text{h}^{-1}$, en donde g_{ss} son gramos de suelo seco y h son horas de incubación.

3.2.3. Determinación de parámetros del material vegetal

La determinación de la humedad consiste en pesar con exactitud, una muestra de 20-100 g de material vegetal, en una cápsula de porcelana previamente secada y tarada. Se introduce en la estufa a 105 °C, durante 24 horas, sin tapar hasta peso constante. A continuación, se deja enfriar en un desecador y se vuelve a pesar. La humedad se obtiene mediante la expresión:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{P_{\text{fresco}} - P_{\text{seco}}}{P_{\text{fresco}}} \times 100$$

Donde: P_{fresco} : Peso (g) de la muestra fresca. P_{seco} : Peso (g) de la muestra seca.

La determinación del **nitrógeno total del material vegetal** se realiza por el método semiautomático kjeldahl, de forma idéntica a la determinación del nitrógeno en suelos. Expresando los resultados en porcentaje.

La determinación del **potasio foliar** se realiza por fotometría de llama, en la muestra vegetal mineralizada al 2% en HCl. Se preparan las disoluciones patrón que contengan 0, 1, 2, 4, 5, 6 y 8 mg L⁻¹ de potasio de potasio, tomando en cada caso el volumen necesario de la disolución madre y enrasando con HCl al 2%. Se llevan las lecturas obtenidas sobre la curva de calibrado y se expresa el contenido de potasio como g de K⁺ 100 g⁻¹ m.f., teniendo en cuenta las diluciones efectuadas y la masa de la muestra vegetal fresca.

La determinación del contenido en **fósforo del material vegetal** se determina en el espectrofotómetro UV/V a 430 nm de longitud de onda. Para ello, se introduce un volumen de 5 mL de la muestra vegetal mineralizada al 2% en HCl junto con 5 mL de reactivo nitrovanadomolibdico y se enrasa a 25 mL con agua desmineralizada. El contenido en fósforo se calcula interpolando las lecturas obtenidas con las muestras sobre la curva de calibrado y se expresa el contenido total en fósforo como g de P en 100 g m.f.

El contenido en **calcio y magnesio del material vegetal** se determina mediante técnicas de espectrofotometría de absorción atómica, partiendo de la muestra mineralizada en HCl al 2%. Se llevan las lecturas obtenidas sobre las curvas de calibrado y se expresa el contenido en mg de calcio o magnesio sobre 100 g de m.f.

El contenido en **hierro, cobre y zinc del material vegetal** se determina mediante técnicas de espectrofotometría de absorción atómica a las longitudes de onda de 248,3 nm, 324,8 nm y 213,9 nm, respectivamente. Partiendo de la muestra mineralizada en HCl al 2%. Para ello se realiza una recta de regresión con los valores obtenidos de los patrones. La absorbancia obtenida para la muestra se interpola en la ecuación de cada recta de calibrado y se obtiene la concentración de iones del elemento en mg 1000 g m.f.

RESULTADOS

4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PRÁCTICAS AGRONÓMICAS

En este apartado se abordará desde la recuperación del terreno hasta la implantación del cultivar empleado para el nuevo uso de la parcela.

Para romper la suela de labor y el apelmazamiento del suelo generado a lo largo de los años de abandono de la parcela, se ha utilizado un subsolador para abrir y mover el suelo. Una vez se ha descompactado el suelo, se nivela la superficie mediante un rodillo. No se ha empleado el láser nivelador por el alto coste que supone para una explotación tan pequeña y la logística que conlleva.

Con el terreno nivelado, se realizó un acolchado de rafia (polipropileno estabilizado contra los rayos UV) con una densidad de 105 g/m² en color negro, para impedir el crecimiento de plantas espontáneas, en las zonas inmediatas a la base del árbol. El riego de la parcela, se hace necesario ya que las necesidades hídricas del cerezo son superiores a la precipitación media, y sobre todo el en periodo estival (Anejo 1), se realizará por inundación tradicional, por lo que hay que realizar los caballones necesarios que faciliten la dirección del agua de riego, evitando a la par la alta humedad en la base del árbol, regando por las calles (figura 2). El agua de riego se canaliza desde una balsa de riego próxima (agua procedente del manantial y de buena calidad) hasta la parcela utilizando acequias de hormigón y piedra. Dentro de la parcela, el agua es transportada fila a fila mediante una acequia secundaria hecha de tierra.



Figura 2. Estado de la parcela en abandono en noviembre de 2017 (arriba izquierda), preparación del terreno en enero de 2018 (arriba derecha) y realización de caballones para dirección del riego en febrero de 2018 (bajo)

Es importante asegurarse de la disponibilidad de agua de riego para garantizar que al menos el 85% de las necesidades hídricas estén cubiertas.

Para la plantación se diseñó un marco rectangular de 4,5x3,5 m. La densidad de plantación es de unos 640 árboles/ha, que según indica Agustí (2010) se corresponde con una densidad media, al estar comprendida entre 150-800 árboles/ha. El sistema de poda utilizado es el vaso español, dejando entre tres a cuatro ramas principales que se ramificarán (Quero-García, 2017).

Por las condiciones de abandono del suelo de la parcela, el primer plan de estercolado estaba programado para el año 2020, que por cuestiones relacionadas al confinamiento no se ha podido realizar. El plan de estercolado según recoge el reglamento de producción ecológica (Orden 10/2018, de 27 de febrero, de la Consellería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, sobre la utilización de materias fertilizantes nitrogenadas en las explotaciones agrarias de la Comunitat Valenciana [2018/2319]), indica que: “Cuando se aplique estiércol (sin transformar o transformado-compost de estiércol) se recomienda no aportar al suelo por hectárea y año una cantidad de producto que contenga más de 170 kg de N, pudiéndose complementar el abonado con otro nitrógeno mineral u orgánico certificados, por encima de esta cantidad hasta completar las necesidades del cultivo”. También se pueden emplear productos foliares autorizados para eliminar carencias del cultivo.

En agricultura ecológica, una medida eficaz para mantener la fertilidad del suelo y así evitar su degradación es el uso de cubiertas vegetales. Las cubiertas vegetales pueden llevarse a cabo con plantas silvestres o autóctonas dentro de la parcela, manteniendo un equilibrio sobre el terreno y el corte antes de la floración. Otra opción al alza es el empleo de cubiertas comerciales incorporadas en el terreno como abono verde. Se ha realizado una siembra empleando una mezcla de gramíneas y leguminosas, en concreto se utilizó un gran porcentaje de leguminosas (>50%) para la implantación de la cubierta vegetal (sobre todo *Medicago sativa* L.), para facilitar la fijación del nitrógeno atmosférico. La resta fue de gramíneas (*Avena fatua*), para generar biomasa que se incorporará al terreno. Para el diseño del muro vegetal que va a formar el seto perimetral de la parcela, se han utilizado plantas aromáticas de porte medio, para así mantener una floración prolongada, para que estas plantas puedan ser reservorio de fauna útil y de enemigos naturales. En concreto se han empleado aliso de mar (*Lobularia marítima*), salvia (*Salvia officinalis* L.), romero (*Salvia rosmarinus* Schleid), lavanda (*Lavandula ssp* Medik) y tomillo (*Thymus ssp* L.), que son plantas de la zona mediterránea, ya adaptadas a las duras condiciones del verano seco. Para la formación del muro de mayor porte se han empleado

especies leñosas resistentes como el madroño (*Arbutus unedo* L.), la encina (*Quercus ilex* L.), el mirto (*Myrtus communis* L.) y el níspero (*Eriobotrya japonica* Thunb. L.).

Con todo se pretende incrementar la biodiversidad de la parcela (figura 3), siendo este aspecto uno de los puntos donde la normativa de producción ecológica es incidente, estando además en línea con otras estrategias europeas e internacionales sobre el incremento de la biodiversidad que pueda generar a largo plazo un agrosistema sano, reduciendo las posibles incidencias de plagas y enfermedades de los modelos de monocultivos, y mejorando con ello las prácticas de sanidad vegetal y de fertilidad del suelo.



Figura 3. Implantación de cubierta vegetal mezcla de gramíneas y leguminosas en mayo de 2018 (izquierda) y seto vegetal perimetral en marzo de 2020 (derecha)

4.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL. PATRÓN Y VARIEDADES

En la selección del material vegetal, uno de los condicionantes más fuertes que se presentan es el tipo de suelo y condiciones climáticas de la zona. Ya que el cerezo requiere clima seco durante la floración y cosecha, así como climas fríos en invierno. Mientras que la preferencia de los suelos para el cultivo del cerezo es principalmente que presenten buen drenaje. La elección en la combinación variedad-portainjerto condicionará otras cuestiones como el sistema de conducción, así como el modelo de riego, ya que las necesidades de agua son variables en función de la combinación variedad-portainjerto y por ello se realizará una plantación lo más uniforme posible, en cuanto a variedades a implantar. En general, los patrones de vigor intermedio son una buena alternativa, mientras que los patrones semienanizantes son interesantes para parcelas de mayor densidad y baja altura, aunque requieren suelos fértiles, uniformes y profundos.

En todos los casos el material vegetal seleccionado procede de un vivero certificado que garantiza tanto la genuinidad varietal, como la sanidad de las plantas. Los plantones

presentaban una altura entre 0,5 y 0,75 m, con una yema injertada, que se plantaron a finales del invierno de 2018, en caso de fallar algún injerto se reinjertan al siguiente año bajo de yemas (figura 4).



Figura 4. Reinjertado de “Frisko” al patrón SL64 por un fallo de brotación. Se dejó crecer y engrosar al patrón un año más (enero 2020)

Por tratarse de variedades compatibles para realizar la polinización cruzada, y teniendo en cuenta que presentan buenas condiciones agronómicas y comerciales, principalmente un buen calibre de fruta, las variedades seleccionadas han sido:

Prime Giant como la más predominante, con un 75% del total de árboles plantados. Se ha seleccionado esta variedad por su alta productividad, aunque la producción puede verse gravemente afectada en plantas contaminadas de virus. Otro de los parámetros de selección ha sido el gran calibre de los frutos. Se trata de una variedad californiana, en concreto de la zona de Marvin Nies, descendiente de una hibridación entre Lodi x Ruby. Se trata de un árbol medio a muy vigoroso con un porte semivertical o erecto. La cereza Prime Giant, es autofértil, siendo necesario utilizar variedades polinizadoras. Dispone del conjunto de Alelos S1S3. Florece 1-2 días después de Burlat, por lo tanto, su floración puede considerarse media (primera semana de abril, es decir, de principios a medios de temporada). Entre otras, puede polinizarse con Brooks, Lapins y Frisco. La maduración de los frutos es temprana, entre 7-13 días después de Burlat.

El fruto se caracteriza por tener un tamaño grueso o muy grueso (28-30 mm de diámetro), con un pedúnculo de longitud media que no se separa fácilmente del fruto, un color de piel rojo oscuro en la madurez y un color rojo en la pulpa. La forma del fruto es de cordiforme a redondeado, de textura firme y buen sabor. Es muy susceptible al agrietado o “cracking”, especialmente en la zona peduncular, sobre todo cuando se producen fuertes precipitaciones

durante la fase de desarrollo del fruto. También es sensible y a la bacteriosis y a presentar una importante cantidad de frutos dobles (más del 20%) (Quero-García *et al.*, 2017).

Frisco es la variedad de menor peso con un 25% de los árboles. Es originaria del centro de investigación SDR Fruit LLC, California, USA, por lo que esta variedad también es conocida por el nombre de referencia SDR-9. Se desconoce el origen del material parental, ya que no se ha hecho público el cruce realizado. Es una variedad que destaca por su alta calidad del fruto y su buena aptitud en post-cosecha. Presenta un árbol de semivertical a vertical con vigor medio y de porte abierto. Frisco es una variedad autofértil de cerezo. De floración media (florece durante la primera semana de abril) y maduración temprana (fruto madura entre 4-7 días después de la Burlat). Para mejorar la producción se recomienda el apoyo de polinizadores (figura 5). El cerezo Frisco, es una variedad de productividad de elevada a muy elevada, con una entrada precoz en producción y poco exigente en horas frío.



Figura 5. Polinización por abejas

La cereza de la variedad Frisco, tiene un sabor dulce, tamaño grueso o muy grueso, cuando alcanza la madurez (tamaño de 28-30 mm de diámetro), y pedúnculo de longitud media-larga, que facilita la recolección. El fruto se caracteriza por ser reniforme, muy largo y firme, con un color entre rojo y granate cuando alcanza la madurez, aunque al ser firme, también permite la recolección con color de piel negruzco, mientras que la pulpa tiene un color rojo. Tiene resistencia media al cracking, agrietado o partidura. Es susceptible al picado de hojas de la cereza (Quero-García *et al.*, 2017).

La disposición radial ha sido de 8 árboles de Prime Giant por cada 2 árboles de Frisco. Ambas variedades tienen menores requerimientos en horas frío que la variedad “Burlat”. Estas variedades están muy presentes en plantaciones de la Vall de la Gallinera (Alicante) donde las horas frío acumuladas son mucho menor (entre 400 a 600 h dependiendo el año) que en el

término municipal de Chera (Anejo 1). Por esa razón, es de prever que en la parcela en estudio, la acumulación de horas frío necesarias superará con creces, los requisitos de las variedades “Prime Giant” y “Frisco”.

El patrón utilizado es Santa Lucia 64, también conocido por la abreviatura SL-64, es una selección clonal de *Prunus Mahaleb*. El patrón SL-64 es una obtención del Instituto científico de investigación agronómica (INRA) de Francia. Presenta una buena adaptabilidad a los suelos calizos característicos de la parcela (Anejo 2). Santa Lucia 64, tiene un vigor medio-alto, y mejora la productividad y la precocidad frente al patrón franco o Avium. Sin embargo, habitualmente se obtienen cerezas de menor calibre. Se adapta bien a marcos de plantación de densidad media de 400 árboles/ha. Santa Lucia 64 es compatible con guindos o cerezos ácidos y con la mayor parte de variedades de cereza dulce. Cuando los árboles de Santa Lucia 64 se asientan sobre terrenos adecuados pueden obtenerse frutos de buena calidad.

Santa Lucia 64 es sensible a la asfixia radicular, por lo tanto, hay que ser cuidadosos el tipo de riego aplicado, precisando suelos bien drenados. Dispone de un buen anclaje al suelo y aunque en la bibliografía se cita que en raras ocasiones produce sierpes o hijuelos, se ha observado que el patrón tiene hijuelos con gran abundancia en la base del tronco. Esto genera abultamiento en la parte inferior, que puede causar problemas siendo foco para pulgones.

El patrón Santa Lucia 64 es resistente a nematodos de agalladuras, pero susceptible a nematodos del género *Meloidogyne*, pero resistente a los del género *Pratylenchus*. SL-64 tiene moderada resistencia al agrobacterium (bacteria que genera tuberculosis). Pero es sensible a los hongos verticillium, a la pudrición producida armillaria y a la phytophthora.

4.3. FERTILIDAD DEL SUELO

La fertilidad potencial de un suelo es la capacidad que presenta para poner a disposición de las plantas los nutrientes necesarios. Se determina mediante el análisis del suelo, que informa sobre los aspectos físico-químicos del mismo. El análisis del suelo es fundamental para conocer la disponibilidad de los elementos nutritivos asimilables y disponibles para los plantones de cerezo, y de esta manera poder mejorar las condiciones de este medio y recuperar las posibles deficiencias.

En este apartado se valoran los resultados del análisis del suelo realizados en los años 2018, 2019, faltando los de 2020 (a excepción de la actividad enzimática) que no se pudieron acabar por la crisis del COVI-19. Se han estudiado distintos parámetros físicos, químicos y biológicos con el fin de diagnosticar el estado de fertilidad potencial del suelo y las medidas a adoptar en

4. RESULTADOS

materia de abonado. El Anejo 2 muestra al detalle el estudio edáfico de la parcela. La tabla 6 muestra los valores promedio de los parámetros edáficos, en los dos años de estudio, así como la interpretación de los resultados.

Tabla 6. Resultados y diagnóstico del análisis de suelo en los años 2018 y 2019.

PARÁMETRO	VALOR 2018	VALOR 2019	DIAGNÓSTICO
Textura	Arena (38%)		Franca
	Limo (42%)		
	Arcilla (20%)		
Densidad aparente (g/mL)	1,58		
pH en agua (extracto 1/2,5)	8,66	8,61	Ligeramente básico (USDA, 2014)
pH en KCl (extracto 1/2,5)	7,78	7,92	Básico (Quéméner, 1985)
Conductividad (extracto 1/5) (dS/m)	0,650	0,169	Ligeramente salino/No salino (Cros, 1983)
Carbonatos (CaCO ₃) (%)	37,89		Alto (Yanez, 1989)
Caliza activa (%)	1,64		Bajo (Saña <i>et al.</i> , 1996)
Actividad enzimática (µg PNP/g suelo y h incubación)	313,11	486,43	Media/Alta (Albiach <i>et al.</i> , 1996)
Materia orgánica (%)	2,99	2,91	Normal (Spring <i>et al.</i> , 1993)
Relación C/N	13,89	12,70	Normal (Guigou <i>et al.</i> , 1989)
Nitrógeno total (%)	0,125	0,133	Normal (Legaz <i>et al.</i> , 1995)
Fósforo asimilable (mg P/kg suelo)	0,947	0,885	Bajo (Legaz <i>et al.</i> , 1995)
Potasio (meq K ⁺ /100 g)	0,134	0,104	Bajo (Jackson, 1976)
Calcio (meq Ca ²⁺ /100 g)	12,194	12,328	Muy alto (Cottenie, 1984)
Magnesio (meq Mg ²⁺ /100 g)	0,770	0,721	Muy alto (Cottenie, 1984)
Hierro (mg Fe /kg suelo)	7,734	3,312	Alto (Cros, 1983)
Cobre (mg Cu /kg suelo)	12,730	10,365	Correcto (Cros, 1983)
Zinc (mg Zn /kg suelo)	2,556	1,543	Correcto (Cros, 1983)

Se trata de un suelo con una proporción equilibrada de arena, limo y arcilla (sin llegar a ser idéntica), es decir un suelo franco. La capacidad de retención de agua y nutrientes, la capacidad de saturación del suelo y su aireación, son propiedades que dependen de la textura, de forma que los suelos francos son ideales porque pueden retener el agua, pero sin producir encharcamientos y, en general, facilita las actividades de laboreo del suelo.

Los valores de “Capacidad de Campo” y “Punto de Marchitez” son del 18,39% y del 10,89% respectivamente, por lo que la cantidad de agua útil aprovechable por la planta entre 10 a 30 cm de profundidad será de un 7,51%.

La concentración de iones H⁺ de la disolución del suelo tiene una gran actividad química dentro del suelo e influye sobre la vida microbiana, frenando la actividad biológica (Spring *et al.*, 1993), aunque por otra parte, los niveles de pH encontrados son lo suficientemente elevados para minimizar este efecto.

El pH actual o pH en H₂O representa los H⁺ que no están retenidos en el complejo de cambio, es decir, los que posee la solución acuosa del propio suelo. El pH potencial o pH en KCl aporta información sobre el complejo de cambio y refleja la acidez intercambiable del suelo; su interpretación varía según se trate de suelos calcáreos o no. Por lo general, el pH en KCl siempre será inferior al pH en agua.

Los valores del pH indican que se trata de suelos ligeramente básicos/básicos, lo que podría generar una disminución en la absorción de algunos elementos minerales y la posibilidad de formación de hidróxidos que impedirían la disponibilidad de algunos oligoelementos.

La conductividad eléctrica del extracto acuoso de un suelo ofrece una buena orientación sobre el contenido en sales del mismo, o sobre el contenido de iones activos. Unos valores elevados de conductividad en el suelo impiden un buen desarrollo de las plantas, por dificultar la absorción de agua del suelo. El hecho de la implantación de la cubierta vegetal ha tenido repercusión sobre la disminución en los valores de conductividad eléctrica debido posiblemente a la absorción realizada las especies vegetales presentes en la parcela. En cualquier caso, los valores encontrados no presentan problemas para el cultivo.

Los carbonatos del suelo afectan a la estructura del mismo, a la actividad biológica, a la capacidad de almacenar los nutrientes y a su asimilación. Por otra parte, el exceso en el contenido de carbonatos dificulta la capacidad nutricional del suelo. A veces, un suelo necesita una cierta reserva de carbonatos para disfrutar de unas buenas características estructurales, si bien no es conveniente que esta reserva sea excesiva ya que entonces la capacidad nutricional del suelo se puede ver seriamente afectada (Saña *et al.*, 1996). Por ello, la presencia de carbonatos asegura una buena estructura, ya que por un lado su descomposición suministra iones Ca²⁺ y Mg²⁺ que mantienen floculadas las arcillas, y por otro lado, junto con la materia orgánica puede cementar los microagregados y constituir los macroagregados del suelo. El contenido en carbonatos totales del suelo es elevado, posiblemente debido a la roca originaria del territorio. De todas maneras, las escalas que diagnostican el contenido total de carbonatos de un suelo deben usarse con ciertas prevenciones, ya que su actividad será función de la velocidad o facilidad con que reaccionan, la cual dependerá a su vez de la composición del carbonato y del tamaño de sus partículas.

El contenido en nitrógeno total de un suelo es un parámetro que engloba tanto el nitrógeno orgánico como el amoniacal. El primero es la forma del nitrógeno predominante en el suelo, el cual no está a disposición de las plantas, ya que éstas solo pueden absorber tal elemento en forma nítrica y en menor grado en forma amoniacal. El nitrógeno total no es en sí un parámetro

de fertilidad, ya que hace referencia a una forma de nitrógeno fuera del alcance del cultivo, pero sirve para dar una visión general de la evolución de la mineralización de la materia orgánica, así como si se producen inmovilizaciones de este elemento (Saña *et al.*, 1996), además su observación permite constatar que el nitrógeno del suelo, potencialmente mineralizable es función directamente de la materia orgánica (Davey y Krause, 1980), por la relación C/N.

La materia orgánica es una de las fracciones más importantes del suelo ya que está relacionada con las características físicas, químicas y biológicas del mismo. El efecto de la materia orgánica sobre las características químicas del suelo se centra principalmente en que aumenta la superficie de reacción o de absorción de nutrientes, incrementando la capacidad de intercambio catiónico y aniónico y el suministro de nutrientes. En agricultura ecológica es un parámetro que se toma como referencia del estado del suelo, y se controla las variaciones anuales que puede sufrir este parámetro.

Los valores de materia orgánica, de nitrógeno orgánico y de la relación C/N son adecuados, el hecho de tener el suelo de la parcela en abandono, sin cultivo, en años anteriores a la transformación, ha limitado las extracciones y por ello se mantienen valores correctos. En cualquier caso, habrá que establecer un plan de abonado/estercolado para futuras campañas.

El suelo es un sistema vivo donde toda actividad bioquímica se desarrolla por medio de procesos enzimáticos. La mayoría de las enzimas del suelo provienen de la descomposición microbiana de tejidos vegetales y animales. Se considera que la actividad enzimática es una de las numerosas formas de medir la calidad del suelo. Dicha actividad estaría asociada a condiciones que promueven la síntesis de enzimas microbianas, estabilización y conservación de enzimas extracelulares. Por preceder a la acumulación de materia orgánica, la actividad enzimática es un efectivo indicador de los cambios en calidad del suelo (Monreal *et al.*, 1998). El suelo de partida mostraba valores normales de actividad enzimática (fosfatasa alcalina), debido posiblemente al estado de abandono de la parcela, el incremento mostrado en 2019 (486,43 µg PNP/g suelo y h incubación) y en 2020 (único parámetro analizado en este año) (340,34 µg PNP/g suelo y h incubación) ponen en evidencia que la implantación de la cubierta en una medida de buena salud del suelo en referencia a la actividad biológica.

El fósforo es muy poco móvil en el suelo, teniendo únicamente importancia el movimiento por difusión. La fijación del fósforo puede realizarse mediante su adsorción en las superficies coloidales, o bien formando compuestos más o menos insolubles. El potasio se encuentra en la solución del suelo y es inmediatamente asimilable por las raíces, este potasio intercambiable está adsorbido en las superficies coloidales del suelo, como cationes fijados entre las láminas de

arcillas o como cationes constituyentes de la biomasa y de minerales primarios. Los niveles bajos de fósforo y potasio en la parcela de estudio evidencian la necesidad de un aporte de estiércol que incremente estos elementos del suelo.

Los suelos agrícolas contienen calcio procedente de las rocas originarias, dominando entre los demás cationes. La mayor o menor cantidad se refleja en el grado de saturación de la arcilla, cuyo indicador es el pH del terreno. Los contenidos de calcio del suelo están más dirigidos a la estructuración del mismo que a la nutrición vegetal ya que, por ejemplo, aseguran una adecuada saturación del complejo de cambio y en consecuencia una correcta floculación de la arcilla y un pH no demasiado bajo. Los suelos ricos en magnesio soluble son aquellos cuya roca madre contiene minerales con este elemento. Está muy asociado con el calcio y el potasio, y participa como activador enzimático. Se encuentra en la solución del suelo como catión intercambiable Mg^{2+} , el cual es absorbido por la planta siempre en menor cantidad que el calcio. Los niveles de calcio y magnesio son altos en el suelo de la parcela, debido a la naturaleza de los materiales edáficos originarios.

El hierro es un micronutriente que debe estar disponible en el suelo para su absorción. Es un elemento abundante en suelos y rocas, encontrarse en el suelo en cantidad suficiente formando distintos compuestos, sobre todo, los óxidos e hidróxidos, que son formas difícilmente asimilables por la planta. El cobre y el zinc son microelementos que juegan papeles importantes una vez absorbidos en la planta. Las concentraciones presentes en el suelo de los tres microelementos es adecuada, lo que no significa que sea disponible para la planta, porque pueden encontrarse en formulaciones insolubles, no asimilables.

4.4. EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS FOLIAR

El análisis foliar ayuda en el conocimiento e interpretación del estado nutricional de la planta. Sobre todo es muy útil para determinar las necesidades en nutrientes y poder realizar correcciones con el abonado. La tabla 7 muestra las concentraciones en macro y microelementos presentes en las hojas del cerezo, en función de la variedad o injerto y del estado sanitario de las hojas, detectado visualmente, indicando los rangos de deficiencia y toxicidad.

En general, el valor nutricional que muestran las hojas es adecuado para todos los elementos, excepto para el caso del nitrógeno y zinc. En el caso del cobre, las concentraciones foliares son muy altas, posiblemente debido a un tratamiento foliar que se realizó en parada invernal, para el control bacteriano. La carencia más notable es la del nitrógeno, y la del zinc

4. RESULTADOS

está en concentraciones límite. Ambas carencias muestran un diagnóstico visual muy similar y estrechamente relacionadas (figura 6), caracterizado por un amarillamiento generalizado. La falta de zinc, se diagnosticó (sobre todo en la variedad “Frisco”), al observar en ciertas ramas, necrosis en las puntas, típico de esta carencia en cerezos (Quero-García, 2017).



Figura 6. Cerezo variedad “Prime Giant” con déficit de nitrógeno y zinc en los brotes jóvenes de las ramas en junio de 2018.

Tabla 7. Resultados del análisis foliar en hojas sanas y en hojas con carencias visuales de cerezo en el año 2019. Diagnóstico y rango de toxicidad

INJERTO	PARÁMETRO	Hoja sana	Hoja con carencias	Déficit	Ratio normal	Toxicidad
Prime Giant	Nitrógeno (%)	1,82	1,75	<1,9	1,9-3,0	>3,4
	Fósforo (%)	0,66	0,55	<0,1	0,16-0,40	No detectada
	Potasio (%)	1,70	2,72	<1,0	1,3-3,0	No detectada
	Calcio (%)	4,22	2,50	No detectada	1,0-3,0	No detectada
	Magnesio (%)	0,98	0,83	<0,24	0,3-0,6	No detectada
	Hierro (ppm)	168,95	175,91	No detectada	20-500	No detectada
	Cobre (ppm)	65,55	44,07	No detectada	5-20	No detectada
	Zinc (ppm)	12,99	14,36	<10	15-70	No detectada
Frisco	Nitrógeno (%)	1,81	1,61	<1,9	1,9-3,0	>3,4
	Fósforo (%)	0,61	0,50	<0,1	0,16-0,40	No detectada
	Potasio (%)	1,72	2,26	<1,0	1,3-3,0	No detectada
	Calcio (%)	4,23	3,21	No detectada	1,0-3,0	No detectada
	Magnesio (%)	0,98	0,73	<0,24	0,3-0,6	No detectada
	Hierro (ppm)	171,92	153,84	No detectada	20-500	No detectada
	Cobre (ppm)	53,15	54,34	No detectada	5-20	No detectada
	Zinc (ppm)	13,43	11,26	<10	15-70	No detectada

4. RESULTADOS

La carencia extrema de zinc provoca que las puntas terminales de los brotes se encojan y adquieran tonalidades rojizas y arrugadas. Esta sintomatología coincide con la coloración blanquecina de las hojas, con colores amarillos-verdosos, manifestando clorosis y menor tamaño de las hojas de la zona terminal.

En cuanto a posibles diferencias entre variedades, no se aprecia ninguna tendencia en término general, aunque en ciertos elementos minerales la variedad “Frisco” cuando se trata de hojas carenciales presenta menor valor. Esto puede ser debido, en parte, a las menores concentraciones en zinc y nitrógeno, que afecta a los procesos metabólicos donde intervienen el resto de los elementos minerales.

En la tabla 8 muestra un mapeo de las diferentes tendencias de los valores promedio del contenido mineral e las hojas de cerezo, para las dos variedades y los dos tipos de hojas estudiadas.

Tabla 8. Comparación de variedades con estado nutricional dependiendo del elemento mineral*.

Variedad	Estado	Nitrogeno (%)	Fosforo (%)	Potasio (%)	Magnesio (%)	Calcio (%)	Hierro (ppm)	Cobre (ppm)	Zinc (ppm)
Prime Giant	Sano	1,82	6,61	1,70	0,98	4,22	168,95	65,55	12,99
Prime Giant	Carencia	1,76	5,50	2,72	0,83	2,50	175,91	44,07	14,36
Frisco	Sano	1,81	6,11	1,72	0,98	4,23	171,92	53,15	13,43
Frisco	Carencia	1,61	4,99	2,26	0,73	3,21	153,84	54,34	11,26

*El color naranja muestra carencia, el color verde claro está dentro de los rangos adecuados y el verde oscuro supera los rangos normales, pero no es fitotóxico.

Se observa que los valores de las hojas en estado sano son ligeramente más altos que cuando las hojas muestran alguna carencial visual, exceptuando el potasio y alguna posible anomalía concreta.

La observación a pie de campo es que los árboles sanos de “Frisco” muestran mayor vigor y crecimiento que a la variedad “Prime Giant”, estas observaciones preliminares hay que realizarles un seguimiento, para ver la tendencia de comportamiento a largo plazo, ya que la información de la zona productora de cerezo en La Vall de la Gallinera (Alicante), indica que la variedad “Frisco” presenta peor rendimiento, pero con mayor crecimiento vegetativo que la

variedad “Prime Giant”. En cualquier caso, los árboles han mostrado óptima adaptación dando frutos en el segundo año de plantación (figura 7).



Figura 7. Primeros frutos de cereza de la variedad “Prime Giant” presentes en la parcela en junio de 2020.

4.5. DISCUSIÓN Y TOMA DE DECISIONES

El mayor problema encontrado en los tres años, con la transformación en el uso del suelo y la implantación del cultivo ecológico de cerezo, ha sido el control de las hierbas adventicias. Aunque a priori, la superficie es bastante uniforme y las semillas sembradas para la implementación de la cubierta vegetal presentaban uniformidad, el comportamiento en la germinación fue muy diferente. Así, en la implantación de la cubierta vegetal, se observó una mala germinación y desigualdad en la superficie de la parcela, con ello, finalmente se optó la decisión de mantener la cubierta natural, algo que posiblemente haya repercutido en el incremento de la actividad enzimática del suelo. El empleo de un sistema de riego por inundación genera una gran vigorosidad en la nascencia y crecimiento las plantas adventicias, causando las típicas competencias por los nutrientes. Bajo las prácticas de agricultura ecológica, las cubiertas vegetales son medidas de incremento de la biodiversidad y cumplen una función técnica, pero requieren de un control mediante desbroce y un seguimiento continuo, lo que puede incrementar los costes, al menos en la primera parte de la implantación del cultivo.

La utilización de la malla de plástico, en la línea de los árboles, ayudó en el control de las hierbas adventicias, no obstante, la deposición de tierra encima de la malla de plástico (por efecto del riego, etc.) y los caballones laterales, provocaron rupturas de la malla plástica, y provocando el crecimiento vegetativo de determinadas plantas espontáneas, causando ciertos problemas a la hora de realizar labores de cultivo. En cuanto a la especie adventicia más perjudicial para el plástico negro ha sido *Cyperus rotundus*, dicha planta perfora desde dentro el plástico y genera orificios que limitan la eficiencia de la malla (figura 8). Sin embargo, tras un

continuo replante de cubierta vegetal y control, en el año 2020 se ha observado un mayor control en el crecimiento de esta especie. La única solución viable, por el momento, es el desbroce continuado y el empleo del plástico negro antihierba debajo de la línea de los árboles. En un futuro, se puede plantear la instalación de riego de alta frecuencia por goteo e incluso la utilización mecánica del escardador de dedos, autorizado en agricultura ecológica y compatible con árboles más adultos.



Figura 8. Malla antihierba en la línea de arbolado, con problemas de deposición de tierra en la superficie del plástico (izquierda) y crecimiento de la cubierta vegetal junto a las especies silvestres en las calles (derecha)

Otro problema generado por la alta presencia de hierbas altas es la proliferación de plagas, como el mosquito verde (*Empoasca* spp), pulgón (*Myzus cerasi* F.) y el escarabajo del sudario (*Oxythyrea funesta*). Al eliminar las hierbas, estas plagas fueron reduciéndose, exceptuando el escarabajo del sudario donde en 2020 se presenció una gran cantidad de individuos. El escarabajo del sudario se alimenta de las flores, siendo poco presentes en esa zona agrícola debido al gran laboreo. Para futuras campañas habrá que realizar un mayor control sobre esta especie, porque en 2020 ha afectado a muchas flores. No obstante, en La Vall de la Gallinera (Alicante) no se considera un problema, al igual que las otras plagas antes mencionadas. De igual manera, se observó el escarabajo cabezudo (*Capnodis tenebrionis*), siendo cada año en mayor cantidad. Cuando los árboles son jóvenes, no presenta problemas, pero cuando sean adultos esto puede causar gran problemática del cultivo.

En cuanto al abonado, en principio no se ven carencias, pero a largo plazo cuando los árboles sean adultos y en plena producción se deberá aportar las cantidades adecuadas de los diferentes elementos minerales utilizando las técnicas ecológicas (estercolado, sustratos y elementos minerales autorizados). Las carencias observadas en las hojas de los árboles se han solucionado con aplicaciones foliares de aminoácidos y de compuestos quelatados de zinc y manganeso,

autorizados en ecológico, correctores de las carencias puntuales. En cualquier caso, las carencias se han detectado en pocos árboles y de forma repartida por la parcela, no afectando a un área determinada.

Un problema de menor envergadura se ha generado por el riego por inundación, por la rotura de algunos caballones y la proliferación de hierbas adventicias cerca del bulbo húmedo. Se plantea para un futuro la instalación de riego a presión, en función del presupuesto económico resultante.

Al establecer desde el inicio el manejo ecológico del cultivo del cerezo, con la transformación de la parcela, no solo ha supuesto un mayor gasto inicial por las limitaciones y por la certificación, sino que la capacidad de respuesta para subsanar algunos de los problemas en el cultivo ha sido más compleja. Una alternativa hubiese sido la implantación del cultivo bajo técnicas no ecológicas de agricultura, aunque con un sistema sostenible de bajos insumos, con miras a adaptar la parcela al cultivo en ecológico, en un futuro, y por ello actuando en algunas prácticas como implementar una cubierta vegetal, utilizar plástico negro antihierba, evitar o eliminar al máximo cualquier producto convencional (ya que posteriormente no se utilizará), incorporación de materia orgánica, no laboreo y realizar el muro vegetal, para así generar un agrosistema sano para realizar una transición al sistema ecológico nada turbulenta y eficaz. Con este sistema podría haber estado los primeros 5 o 7 años, y transcurrido este periodo hacer la transformación a cultivo ecológico. Las ventajas de esta alternativa serían, la reducción de costes iniciales, así como a priori, un crecimiento y formación del árbol con más robusticidad, poder actuar ante problemas puntuales con ciertos productos fitosanitarios y de fertilización y el ahorro de la certificación oficial. Los inconvenientes principales es que transcurridos los 5 o 7 años de cultivo convencional, la normativa indica que se deben pasar tres años de transición, para comercializar el producto como ecológico, mientras que al tratarse de una parcela en abandono y tras los análisis de suelo correspondientes, la parcela ha pasado directamente a la clasificación ecológica, por lo que cuando entre en producción, la comercialización de la fruta podrá realizarse directamente en el mercado ecológico, con la recompensa del precio Premium que se alcanza en el mercado ecológico.

No se ha realizado un presupuesto de los costes implicados en la transformación, ya que al tratarse de un proyecto de vida y real, la mayoría de las prácticas se han realizado con trabajo personal, difícil de computar. En cuanto a los costes del material vegetal, han sido los establecidos en mercado, en los viveros autorizados y en las superficies de jardinería (plantas aromáticas, etc.)

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en el presente trabajo son:

1. El incremento de la diversidad del espacio agrícola transformado ha sido notable, tanto en la implantación del cultivo, al introducir diversidad genética con las dos variedades de cerezo, como en el contexto de la parcela, al incorporar cubiertas vegetales y setos perimetrales. La incorporación de esta masa vegetal permitirá fijar el terreno evitando la erosión del suelo desnudo.
2. Las condiciones edafoclimáticas de Chera son adecuadas para la implantación del cultivo de cerezo, bajo la selección del patrón SL-64 y las variedades Prime Giant y Frisco. El cultivo de cereza puede ser una alternativa a la saturación de los cultivos clásicos de la zona, lo que unido a la certificación ecológica solicitada, en cuatro años la parcela pueda proporcionar una rentabilidad económica, con fruta de alta demanda y atractivo comercial.
3. Los niveles de materia orgánica y actividad enzimática son altos, con valores en alza debido a la implantación de las cubiertas vegetales. No obstante, es necesario realizar un plan de estercolado para abastecer la demanda nutricional futura de los árboles.
4. El control de la cubierta vegetal ha generado problemas por un desbroce continuado, no obstante, proporciona grandes ventajas tanto al suelo como al cultivo. La malla plástica ha resultado ser un buen aliado en el control de hierbas espontáneas. Para mejorarla eficiencia medioambiental de la parcela, se propone alternar con cubiertas inertes como el cartón.
5. Las plagas y enfermedades se han regulado y no han mostrado incidencia destacable en el cultivo. La leve presencia de algunas especies ha provocado daños insustanciales en flor y hojas.
6. La transformación de la parcela abandonada al cultivo ecológico de cereza ha sido posible en tres años y requiere de un seguimiento visual de algunos árboles que han mostrado carencias y del comportamiento de las variedades para asegurar la adaptación y los mejores rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, M. (2010). Fruticultura. Mundiprensa. Madrid. 507 pp.
- Albiach, R.; Pomares, F.; Canet, R. (1996). Actividades enzimáticas como índices de la actividad biológica del suelo en huertos ecológicos de cítricos. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Pamplona-Iruña.
- Alonso, J.S. (2011) Producción, comercialización, mercado y oportunidades de la cereza. Vida Rural, 12: 46-50.
- Altieri, M.A. (2018). Agroecology: the science of sustainable agriculture. CRC Press. 448 pp.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) (2000). Official methods of analysis of AOAC international. Editor, Dr William Horwitz. 17ª edición. Publicado por AOAC internacional. Gaithersburg, Maryland USA.
- Akhtar, M.S., Siddiqui, Z.A., Wiemken, A. (2011). Arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobium to control plant fungal diseases,. En: Alternative farming systems, biotechnology, drought stress and ecological fertilisation. E. Lichtfouse (ed.). Springer Science & Business Media Netherlands. 263-292.
- Beppu, K., Kataoka, I. (2011). Studies on pistil doubling and fruit set of sweet cherry in warm climate. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 80(1): 1-13.
- Børve, J., Ippolito, A., Tanovic, B., Michalecka, M., Sanzani, S.M., Poniatowska, A., Marí, M.; Hrustic, J. (2017). Fungal Diseases. Cherries: Botany, Production and Uses, Quero-Garcia J, Iezzoni A, Lang G, Pulawska J (eds). CAB International, Boston: 338-364.
- CAECV. (2019). *Informe de la producción ecológica en la Comunidad Valenciana*. https://www.caecv.com/wp-content/uploads/2020/02/GR%C3%81FICOS_ok.pdf (Consultado 06/2020)
- CAECV. (2020) Como certificarse en agricultura ecológica en la comunidad Valenciana. <https://www.caecv.com/certificacion/> (Consultado 06/2020)
- Cai, Y.L., Cao, D.W., Zhao, G.F. (2007). Studies on genetic variation in cherry germplasm using RAPD analysis. Scientia Horticulturae, 111(3): 248-254.
- Claverie, J. (1996). New selections and approaches for the development of cherry rootstocks in France. Acta Hort., 410: 373–375.
- Cottenie, A. (1984). Los análisis de suelos de plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. Boletín de suelos de la FAO 38/2.
- Cranfield, J., Henson, S., Holliday, J. (2010). The motives, benefits, and problems of conversion to organic production. Agriculture and Human Values, 27(3): 291-306.
- Cros, S.A. (1983). Manual de suelos, vegetales y aguas de riego. Servicio agronómico.
- Davey, C.B.; Krause, H.H. (1980). Functions and maintenance of organic matter in forest nursery soils. Proc. North Ame. Forest Tree Nursery Workshop, Syracuse. USDA Forest Service y Canadian Forestry Service: 130-165.
- Edin, M., Garcin, A., Lichou, J., Jourdain, J.M. (1996). Influence of dwarfing cherry rootstock on fruit production. Acta Hort., 410: 239

- EUROSTAT (2020) <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> (Consultado 02/06/2020). Bruselas
- FAOSTAT. (2020) <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (Consultado 02/06/2020) Roma.
- Faust, M., Surány, D., Nyujtó, F. (1998). Origin and dissemination of apricot. Hort Rev., 22: 225–266.
- Feucht, W., Vogel, T., Scimmelpfeng, H., Treutter, D., Zinkernagel, V. (2001). Kirschen-und Zwetschenanbau. E. Ulmer GmbH & Co., Stuttgart. Germany. 135 pp.
- Fernández-Escobar, R., Parra, M.A. (1985). Análisis foliares y de suelo como guía de fertilización del melocotonero. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos. Universidad de Córdoba. España. Núm. 11/8 HD del MAPAMA. 20 pp.
- Forge, T., Neilsen, G., Neilsen, D., O'Gorman, D., Hogue, E., Angers, D. (2013). Organic orchard soil management practices affect soil biology and organic matter. In II International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture, 1076: 77-84.
- García-Montiel, F., Noreña, M.S., Romero, D.M., Ferrando, N.A. (2010). Factors influencing fruit set and quality in different sweet cherry cultivars. Spanish Journal of Agricultural Research, 4: 1118-1128.
- Gil Liarte, B. (2012). Plantación de 10.87 ha de cerezo con pradera artificial en Lagunilla de Jubera (La Rioja). Trabajo Fin de Estudios. Universidad la Rioja. 802 pp.
- Guigou, B.; Thonnellier, B.; Duzan, B.; Félix-Faure, B. (1989). Pour valoriser les analyses de sol. Purpan, 134: 3-88.
- GVA (2020). Consejo regulador Montañas de Alicante. <http://www.agroambient.gva.es/va/web/desarrollo-rural/crigp-cerezas-de-la-montana-de-alicante> (Consultado 06/2020)
- Hanson, E.J., Proebsting, E.L. (1996). Cherry nutrient requirements and water relations. Cherries: crop physiology, production and uses, CAB International, 243-257.
- Hauck, N.R., Yamane, H., Tao, R., Iezzoni, A.F. (2006). Accumulation of nonfunctional S-haplotypes results in the breakdown of gametophytic self-incompatibility in tetraploid *Prunus*. Genetics, 172(2): 1191-1198.
- Herrero, M., Rodrigo, J., Wunsch, A. (2017). Flowering, fruit set and development. In: Cherries: botany, production and uses. Quero-García J, Iezzoni A, Lang G, Pulawska J (eds). CAB International, Boston: 14–35 pp.
- Howell, G.S., Perry, R.L. (1990). Influence of cherry rootstock on the cold hardiness of twigs of the sweet cherry scion cultivar. Scientia horticulturae, 43(1-2): 103-108.
- Hrotkó, K. (2016). Potentials in *Prunus mahaleb* L. for cherry rootstock breeding. Scientia Horticulturae, 205: 70-78.
- Imrak, B., Sarier, A., Kuden, A., Kuden, A. B., Comlekcioglu, S., Tutuncu, M., Turkey, A. (2014). Studies on shading system in sweet cherries (*Prunus Avium* L.) to prevent double fruit formation under subtropical climatic conditions. Acta Hortic, 10: 111-116.

- Jackson, M.L. (1976). Análisis químico de suelos. Ed. Omega. Barcelona. 662 pp.
- Koumanov, K.S., Long, L.E. (2017). Site Preparation and Orchard Infrastructure. In: Cherries: botany, production and uses. Quero-García J, Iezzoni A, Lang G, Pulawska J (eds). CAB International, Boston: 223-243.
- Legaz, F., Serna, M.D., Ferrer, P., Cebolla, V., Primo Millo, E. (1995). Análisis de hojas suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos, procedimiento de toma de muestras. Ed. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura Pesca y Alimentació. Hojas divulgadoras. 27 pp.
- Llorca, R., Bautista, I. (1996). Prácticas de suelos y de agua. Escuela Técnica Superior De Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. 27 pp.
- López-Corrales, M., Mateos, J.R., Alarcón, M.V., Bañuls, P., Pérez, F., Serradilla, M., Manzano, M.A. (2014). Sweet cherry (*Prunus avium* L.) breeding program in Southern Spain. Acta Horticulturae, 1020: 53-56.
- Maas, E.V., Grieve, C.M. (1987). Sodium-induced calcium deficiency in salt-stressed corn. Plant, Cell & Environment, 10(7): 559-564.
- MAPA. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. (1994). Métodos oficiales de análisis. Tomo II. Madrid. 567 pp.
- MAPAMA (2018a) Agricultura ecológica. Estadísticas 2017. (<file:///C:/Users/pabgo/Downloads/espanya2017.pdf>) Consultado 06/2020. Madrid.
- MAPAMA. (2018b). Gestión Integrada de Plagas. Madrid, España. 187 pp.
- Matsumoto, D., Yamane, H., Abe, K., Tao, R. (2012). Identification of a Skp1-like protein interacting with SFB, the pollen S determinant of the gametophytic self-incompatibility in *Prunus*. Plant physiology, 159(3): 1252-1262.
- Meena, V.S., Meena, S.K., Verma, J.P., Kumar, A., Aeron, A., Mishra, P.K., Dotaniya M.L. (2017). Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: A review. Ecological Engineering, 107: 8-32.
- Monreal, C.M.; Dinel, H.; Schnitzer, D.S. Gamble, Biederbeck, V.O. (1998). Impact of carbon sequestration on functional indicators of soil quality as influenced by management in sustainable agriculture. Ed. In. R. Lal et al. Soil processes and the carbon cycle. Adv. Soil Sci. Ser: 435-458.
- Navarro García, G., Navarro García, S. (2013) Química agrícola. Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas (3ªEd). Mundiprensa. Madrid. 508 pp.
- Papadopoulos, N.T., Lux, S.A., Köppler, K., Beliën, T. (2017). Invertebrate and Vertebrate Pests: Biology and Management. In: Cherries: botany, production and uses. Quero-García J, Iezzoni A, Lang G, Pulawska J (eds). CAB International, Boston: 305-337.
- Porta, J., López-Acevedo, M., Poch, R.M. (2019). Edafología. Uso y protección de suelos (4ªEd) Mundiprensa. Madrid. 624 pp.
- Quémener, J. (1985). L'interprétation des analyses. Cultivar (dossier analyses), 184: 107-117.

- Quero-García, J., Iezzoni, A., Pulawska, J., Lang, G.A. (Eds.). (2017). Cherries: Botany, Production and Uses. CABI. Boston, MA. 533 pp.
- Quiñones, A., Alcántara, B.M., Primo Millo, E., Legaz Paredes, F. (2012). Comparación de la eficiencia de uso del nitrógeno en fertilización orgánica y mineral. *Vida rural*, (345): 22-28.
- Richardson, E.A., Seeley, S.D., Walker, D.R. (1974). A model for estimating the completion of rest of Redhaven and Elberta peach trees. *Horticultural Science*, 9: 331–332.
- Roversi, A. (2001). Observation about the occurrence of "double fruits" in sweet cherry [*Prunus avium* Moench.-Apulia-Emilia-Romagna]. *Rivista di Frutticoltura* (Italy). 63 (3): 33-37.
- Saña, J., Moré, J.C., Cohí, A. (1996). La gestión de la fertilidad de los suelos. Fundamentos para la interpretación de los análisis de suelos y la recomendación de abono. Ed. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente Madrid. España.
- Spring, J.L.; Chapuis, P.; Evéquez, C.; Girardet, G.; Ryser, J.P.; Schmid, C.; Terrethaz, R.; Thentz, M.; Vanetti, R. (1993). La fertilization des arbres fruitiers, kiwis et des arbustes à baies. 1er part. *Rev. Suisse Vitic., Arboric. Hortic.*, 25: 189-199.
- Szewczuk, A., Gudarowska, E., Deren, D. (2007). The estimation of frost damage of some peach and sweet cherry cultivars after winter 2005/2006. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 15: 55.
- Tao, R., Iezzoni, A.F. (2010). The S-RNase-based gametophytic self-incompatibility system in *Prunus* exhibits distinct genetic and molecular features. *Scientia Horticulturae*, 124(4): 423-433.
- Tehrani, G., Brown, S.K. (1992). Pollen-incompatibility and self-fertility in sweet cherry. *Plant Breed. Rev.*, 9: 368-370.
- Thomas, M., Sarger, J. (1965). Selection du *Prunus mahaleb* porte-greffe du cerisier. Rapport general du Congres Pomologique de Bordeaux, 175–201.
- USDA. (2014). Keys to Soil Taxonomy. (2^o Ed). United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, USA. 372 pp.
- Weinberger, J. (1950) Chilling requirements of peach varieties. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 56, 122-128.
- Wenden, B., Campoy, J.A., Jensen, M., López-Ortega, G. (2017). Climatic limiting factors: Temperature. Wallingford: CABI Publishing, 166-188.
- Yamane, H., Tao, R. (2009). Molecular basis of self-(in) compatibility and current status of S-genotyping in Rosaceous fruit trees. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 78(2): 137-15.
- Yanez, J. (1989). Análisis de suelos y su interpretación. *Horticultura*, 49: 75-89.